

Va

SILLANRAKENNUSTÖIDEN YLEINEN TYÖSELITYS SYT 78

- 1 YLEISIÄ OHJEITA
- 2 MITTAUKSET
- 3 POHJA - JA MAARAKENNUSTYÖT
- 4 BETONIRAKENTEET
- 5 TERÄSRAKENTEET
- 6 PUURAKENTEET
- 7 ERISTYSTYÖT JA KANNEN PÄÄLLYSTEET
- 8 ERIKOISOSAT

08
TIE-



78 226

TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOS

SILLANRAKENNUSTÖIDEN

YLEINEN TYÖSELITYS

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

1:	YLEISIÄ OHJEITA	
1:1	Työselityksen käyttöala	1
1:2	Työssä noudatettavista asiakirjoista	1
1:3	Käsittelyä ja määritelmiä	2
1:4	Yleiset laatuvaatimukset ..	2
2:	MITTAUKSET	
2:1	Yleistä	4
2:2	Mittauksen lähtöpisteet	4
2:3	Mittaustavat ja -tarkkuus	5
2:4	Mittausten tarkistaminen ..	5
3:	POHJA- JA MAARAKENNUSTYÖT	
3:1	Yleistä	6
3:2	Pohjatutkimusten tarkis- taminen	6
3:3	Peruskuopat	7
3:31	Tukeminen	7
3:32	Kaivu ja pohjan viimeistely kuivatyönä	7
3:33	Kaivaminen veden alla	9
3:34	Kalliolle perustaminen	10
3:35	Maan jäätymisen ehkäiseminen	10
3:36	Uraseinät	11

II

3:4	P a a l u t u s	11
3:41	Lyöntipaalutus	11
3:411	Paalut, paalukärjet ja -jatkokset	11
3:412	Paalutustyö	12
3:413	Jälkipaalutus	13
3:414	Muita ohjeita	14
3:42	Erikoispaalut	14
3:5	P o h j a m a a n j a k a l l i o n v a h v i s t u s t y ö t	14
3:51	Pohjamaan tiivistäminen ja täyttö	14
3:52	Injektointi	15
3:53	Alusbetoni	16
3:6	T ä y t t ö t y ö t	16
3:61	Peruskuoppien täyttö	16
3:62	Sillan taustan täyttö	17
3:7	K e i l o j e n j a l u i s k i e n v e r h o u k s e t	17
3:8	S i l l a n t a u s t a n v i e m ä r ö i n - t i	18
3:81	Pohjaviemärit ja salaojat	18
3:82	Pintavesien johtaminen	18

4: BETONIRAKENTEET

4:1	Y l e i s t ä	19
4:2	T e l i n e e t j a m u o t i t	20
4:21	Suunnitelma	20
4:22	Kuormitukset	21
4:23	Muodonmuutokset ja esikohotus	23
4:24	Muottien sitominen	24
4:25	Muotit	25
4:26	Valuaukot	26
4:27	Viimeistely ennen betonointia	26
4:28	Valujärjestys	27
4:29	Muita ohjeita	27
4:3	R a u d o i t u s	29
4:31	Terästen kelpoisuuden toteaminen	29

4:32	Terästen sijoittaminen muotteihin	30
4:33	Terästen asennustarkkuus	32
4:34	Muita ohjeita	33
4:4	B e t o n o i n t i	33
4:41	Betonointisuunnitelma	33
4:42	Betonimassan valmistus	34
4:43	Massan kuljetus ja valu muotteihin	37
4:44	Betonointi kylmänä vuodenaikana	39
4:45	Betonointi veden alla	41
4:46	Työsaumat	43
4:47	Betonipintojen käsittely ja jälkihoito	45
4:48	Paikkaus- ja korjaustyöt	45
4:49	Tartunta- ja ankkuriterästen kiinnijuottaminen	46
4:5	B e t o n i n o m i n a i s u u k s i e n t a r k k a i l u	47
4:51	Ennakkokokeet	47
4:52	Kelpoisuus- ja laadunvalvontakokeet	48
4:53	Koekappaleohjelma ja koetulosten analysointi	50
4:54	Valmisbetonin ominaisuuksien tarkkailu	50
4:55	Lujuuden kehityksen tarkkailu	51
4:6	J ä n n i t t ä m i n e n j a i n j e k - t o i n t i	53
4:61	Suunnitelma	53
4:62	Jännittämistä edeltävät valmistelut	53
4:63	Jännittäminen	53
4:64	Injektointilaasti	54
4:65	Injektointi	54
4:66	Muita ohjeita	54
4:7	T e l i n e i d e n j a m u o t t i e n p u r k a m i n e n	55
4:8	B e t o n i p i n t o j e n v e r h o u k s e t .	56
4:81	Tavallinen kiviverhous	56
4:82	Sileä kiviverhous	58
4:83	Muut verhoukset	59
4:84	Muita ohjeita	59
4:9	E l e m e n t t i r a k e n t e e t	59

5: TERÄSRAKENTEET

5:1	Y l e i s t ä	59
5:11	Suunnitelmat	59
5:12	Toleranssit	60
5:13	Normit	60
5:2	T e r ä s a i n e e t	60
5:21	Yleiset laatua ja valmistusta koskevat vaatimukset	60
5:22	Kelpoisuuden toteaminen	61
5:23	Kokeiden suoritus ja tuloksille asetettavat vaa- timukset	63
5:3	K o n e p a j a - j a a s e n n u s t y ö t ä k o s k e v i a m ä ä r ä y k s i ä	63
5:31	Uloslyönti, oikaisu ja leikkaus	63
5:32	Niittaus	63
5:33	Hitsaus	63
5:34	Kitkaliitokset	64
5:35	Kuljetus ja asennus	65
5:4	P u h d i s t u s	66
5:41	Yleistä	66
5:42	Rasvan poisto	66
5:43	Hiekkapuhallus	67
5:44	Liekipuhdistus	68
5:45	Teräsharjaus	68
5:46	Kemiallinen ruosteen poisto	69
5:47	Puhdistetun pinnan säilyminen ja suojaaminen	69
5:5	M a a l a u s	69
5:51	Maaliaineet ja kerrospaksuudet	69
5:52	Maalaustyöt	71
5:53	Työsuunnitelma ja tarkastukset	72
5:6	S i n k i t y s	72
5:61	Kuumasinkitys	72
5:62	Muut sinkitysmenetelmät	73
5:63	Muita määräyksiä	73
5:65	Sinkityn pinnan maalaaminen	73

6: PUURAKENTEET

6:1	Yleistä	74
6:2	Rakennusaineet ja tarvik- keet	74
6:21	Puutavara	74
6:22	Metalliosat	75
6:3	Liittäminen	76
6:31	Pulttaus	76
6:32	Naulaus	76
6:33	Liitokset	77
6:4	Puutavara eri rakenteissa	77
6:5	Syrjälankkukansi	78
6:51	Rakentaminen	78
6:52	Suojaus	78
6:6	Valmisosarakenteet	79
6:61	Liimapuukannattimien laatuvaatimukset	79
6:62	Liimapuukannattimien käsittely	79
6:7	Lahontorjuntatoimenpiteitä	80
6:8	Puuosien maalaaminen	80

7: ERISTYSTYÖT JA KANNEN PÄÄLLYSTEET

7:1	Yleistä	81
7:2	Bitumisivelyt	81
7:21	Kylmä bitumisively	81
7:22	Kuuma bitumisively	81
7:3	Kosteuseristykset	82
7:31	Käyttöala	82
7:32	Yksinkertainen kosteuseristys	82
7:33	Kaksinkertainen kosteuseristys	82
7:4	Vesi- ja vedenpaine-eris- tykset	82
7:41	Bitumimattoeristys	82
7:42	Mastiksieristys	83
7:5	Teräsbetonikantisen sil- lan suojabetoni	83

7:6	K a n n e n p ä ä l l y s t e e t	85
7:61	Ajoradan asfalttipäällyste	85
7:611	Suojabetonin sisältävä rakenne.....	85
7:612	Suojabetoniton rakenne	85
7:62	Jalkakäytävän ja pyörätien asfalttipäällyste	85
7:621	Suojabetonin sisältävä rakenne	85
7:622	Suojabetoniton rakenne	86
7:623	Muita ohjeita	86
7:63	Teräsbetonikantisen sillan ajoradan betonipäällyste	86
7:64	Teräs- ja puukantisten siltojen päällysteet	86
7:65	Saummat	86
7:7	M u i t a o h j e i t a	87

8: ERIKOISOSAT

8:1	L a a k e r i t j a n i v e l e t	87
8:11	Piirustukset ja aineet	87
8:12	Laakereiden asentaminen	88
8:13	Muita ohjeita	89
8:2	L i i k u n t a s a u m a t	90
8:21	Yleistä	90
8:22	Liikuntasaumalaitteet	90
8:23	Saumausaineet ja saumanauhat	91
8:24	Muita ohjeita	91
8:3	T e r ä s k a i t e e t	91
8:31	Rakenne	91
8:32	Asentaminen	91
8:4	K a n n e n v i e m ä r ö i n t i	93
8:41	Yleistä	93
8:42	Syöksytorvet ja vesiurat	93
8:43	Tippuputket	94
8:5	S i i r t y m ä l a a t t a	94
8:51	Yleistä	94
8:52	Paikalleen valetut laatat	95
8:53	Elementtilaatat	95
8:6	R e u n a p a l k i t	97
8:7	Muut laitteet	97

1: YLEISIÄ OHJEITA

1:1 Työselityksen käyttöala

Tätä työselitystä on noudatettava tie- ja vesirakennuslaitoksen siltatöissä sekä soveltuvin osin muissa vastaavissa töissä. Se on tarkoitettu sekä omassa johdossa että urakalla rakentamiseen. Sitä tulee noudattaa myös rakennettaessa valtion avun turvin siltoja tai muita vastaavanlaisia rakenteita.

Elementtirakenteiden osalta noudatetaan Elementtirakenteiden yleistä työselitystä 1978.

Siltasuunnitelmassa ja muissa rakentamisasiakirjoissa voidaan tästä työselityksestä käyttää lyhennystä SYT 78.

1:2 Työssä noudatettavista asiakirjoista

Omassa johdossa rakennettaessa on eri asiakirjojen pätemisjärjestys seuraava:

- lait, asetukset ja vesioikeuden päätökset
- valtioneuvoston ja eri ministeriöiden määräykset ja ohjeet
- siltakohtainen työselitys
- piirustukset
- tie- ja vesirakennushallituksen antamat määräykset ja ohjeet
- tämä työselitys sekä muut TVH:n yleiset työselitykset
- rakennusalan järjestöjen ja tutkimuslaitosten julkaisemat epäviralliset normit ja ohjeet.

Urakalla rakennettaessa asiakirjojen pätemisjärjestys esitetään urakka-asiakirjoissa.

1:3 Käsitteitä ja määritelmiä

Hyväksyttävällä rakennusaineella, työtavalla jne. tarkoitetaan tie- ja vesirakennushallituksen hyväksymää rakennusainetta, työtapaa jne.

Suunnitelmalla tarkoitetaan siltakohtaista työselitystä ja piirustuksia.

Suunnitelman muutoksen hyväksyy tie- ja vesirakennushallitus.

Tarkastavaksi viranomaiseksi tai rakennustarkastajaksi katsotaan siltoja ja muita vastaavanlaisia rakentamista koskevissa teknillisissä kysymyksissä yleensä tie- ja vesirakennuslaitos tai sen puolesta tehtävään määrätty tie- ja vesirakennushallituksen toimisto, tie- ja vesirakennuspiiri tai nimetty henkilö.

Valvojalla tarkoitetaan henkilöä, joka urakalla rakennutettaessa valvoo laitoksen määräämänä urakkatyötä. Valvojalla voi olla apulaisia.

Rakennettaessa tie- ja vesirakennuslaitoksen omassa johdossa tulee vastuunalaisen työnjohtajan kääntyä esimiestensä puoleen niiden tapausten ratkaisemiseksi, jotka tämän työselityksen mukaan edellyttävät valvojan lupaa.

Vastuunalainen työnjohtaja vastaa rakentajan puolesta työn teknillisestä suorituksesta. Hänellä tulee olla johdettaviin töihin nähden riittävä pätevyys. Betonitöitä johtavan betonityönjohtajan pätevyydestä ja tehtävistä annetaan tarkempia määräyksiä kohdassa 4:1.

1:4 Yleiset laatuvaatimukset

Rakennustyössä on käytettävä hyväksyttäviä rakennus-

(1:4) aineita ja työtapoja sekä pätevää työvoimaa.

Valmiin rakenteen tulee olla mitoiltaan ja toiminnaltaan suunnitelman mukainen. Poikkeamat teoreettisista mitoista eivät saa olla niin suuria, että siitä on haittaa sillan käytölle. Ne eivät myöskään saa vaikuttaa haitallisesti ulkonäköön.

Lopputulosta, jossa sillan päämitat vaaka- ja pystytasossa eivät eroa enempää kuin ± 20 mm teoreettisista, voidaan yleensä pitää tyydyttävänä edellyttäen kuitenkin, että rakenteissa ei ole haitallisia mutkia tai käyristymistä. Sillan päällysteen tasaisuudelle asetetaan samat vaatimukset kuin muullekin tien pinnalle, ellei suunnitelmassa toisin mainita.

Laakereita ja liikuntasauvoja asennettaessa sekä muissa vastaavissa, erityistä tarkkuutta vaativissa töissä määräytyy tarkkuusvaatimus rakenteen toiminnan mukaan edellä mainittua huomattavasti ankarammaksi.

Jäljempänä annetaan lisäksi eri työvaiheiden yhteydessä yksityiskohtaisempia rakenteiden tai rakennesien mittoja koskevia tarkkuusvaatimuksia.

Sikäli kun tässä työselityksessä tai suunnitelmassa ei ole esitetty vaatimuksia, on rakentajan itsensä harkittava, millä tarkkuudella osatyöt on suoritettava, jotta lopputulokselle asetettavat vaatimukset saavutetaan.

Rakennuspaikka ja mahdollisesti käytetyt apualueet on siistittävä työn jäljiltä. Telineet ja muut apurakenteet on poistettava myös maan pinnan alapuolisilta osiltaan, mikäli niistä on haittaa vesistön

- (1:4) käytön, uoman ruoppauksen, tiedossa olevien muiden rakenteiden rakentamisen, maanviljelyn ym. seikkojen kannalta.

2: MITTAUKSET

2:1 Y l e i s t ä

Mittaustyössä on käytettävä tarkoituksenmukaisia, tarkistettuja mittausvälineitä. Mittausten suorittajan tulee tuntea tehtävään nähden riittävästi geodesian perusteita sekä olla selvillä käyttämiensä laitteiden tarkkuudesta. Mittauksista on laadittava mitaussuunnitelma, josta on käytävä ilmi, mitkä ovat mittauksen lähtöpisteet ja kuinka ne liittyvät tien mittaukseen, mittaus-tapa ja -välineet sekä rakenteiden lopullinen sijainti valitussa koordinaatistossa. Tärkeimmistä mittauksista on havaintosarjat ja suoritettut laskelmat esitettävä valvojalle. On otettava huomioon, että suunnitelmas-sa on mitat annettu lämpötilassa $\pm 0^{\circ}\text{C}$, ellei siinä muuta mainita. Konepajalla tehtävän teräksisen päällysrakenteen mitat on kuitenkin annettu yleensä lämpötilassa $+ 20^{\circ}\text{C}$ (vrt. 5.31).

2:2 M i t t a u k s e n l ä h t ö p i s t e e t

Suunnitelmassa selvitetään mittauksen lähtöpisteet ja annetaan tarvittavat mitat rakenteiden sijoittamiseksi maastoon. Monikulmiopisteiden keskinäiset etäisyydet ja korkeuskiintopisteiden korkeudet on aina tarkistettava tarkastusmittauksin ennenkuin niitä käytetään varsinaisten mittausten lähtöpisteinä. Siltatyötä varten on tarvittaessa laskettava ja rakennettava uusia kiinteitä lähtöpisteitä, apupisteitä, siten, että niitä on riittävä määrä näkyvässä rakennustyön aikana ja vielä sen jälkeenkin. Apupisteitä mitattaessa on käytettävä suurempaa tarkkuutta, kuin mikä on rakenteen mittojen määrittämistä varten tarpeen. Nämä mittaukset on aina suljettava ja

- (2:2) tasoitettava geodesian sääntöjen mukaisesti noudattaen maanmittaushallituksen kiertokirjeen n:o 5/74 pisteluokan V mukaisia virherajoja, jotka ovat:
- kulmasulkuvirhe $50 \sqrt{n}$ (cc = $1/10000^{\text{gon}}$) n = jonon tai tekulmier lukumäärä
 - pistesulkuvirhe $15 \sqrt{l}$ (cm) l = jonon pituus kilometreinä

2:3 M i t t a u s t a v a t j a - t a r k k u u s

Työtapa ja -välineet on valittava siten, että riittävä tarkkuus saavutetaan. Sillan paikan ja päämittojen mittauksissa on otettava huomioon mittanauhan ominaispainuma-, lämpötila- ja kaltevuuskorjaukset. Mittanauhana on käytettävä vakaustoimiston tarkistamia mittanauhoja, jolloin niitä seuraa ominaisvirheen sisältävä vakaustodistus. Tämän perusteella on mittaustyön suorittajan laadittava ko. nauhalle yhdistetty ominaispainuma- ja lämpötilakorjaustaulukko mittauksia varten.

Periaatteessa mittaustarkkuus määräytyy muualla työselityksessä valmille rakenteille asetettujen vaatimusten mukaan. Mittaustarkkuus on kuitenkin valittava mittatarkkuusvaatimuksia huomattavasti suuremmaksi, koska mittausvirheet saattavat kasaantua. Sen lisäksi vaikeasti arvioitavat teline- ja muottirakenteiden muodonmuutokset, betonin kutistuminen ja hiipuminen sekä hitsausjännityksistä syntyvät muodonmuutokset aiheuttavat poikkeamia teoreettisista mitoista.

Tavanomaisissa silloissa on pituusmittauksissa yleensä pyrittävä vähintään ± 10 mm ja korkeusmittauksissa ± 5 mm:n tarkkuuteen. Vaativat mittaukset on annettava mittausasiantuntijan suoritettavaksi.

2:4 M i t t a u s t e n t a r k i s t a m i n e n

Kaikki tärkeimmät mittaukset, esim. sillan perustusten paikkojen määrittäminen, on tarkistettava toisilta alkuperäisiltä lähtien käyttäen muuta mittaustapaa. Ellei täl-

- (2:4) laiseen ole mahdollisuutta, on mittaukset suoritettava useampaan kertaan. Havaintoja on aina tehtävä useampia. Tarkimmissa mittauksissa on niiden lukumäärä otettava geodesian sääntöjen ja käytännön mukaiseksi.

3: POHJA- JA MAARAKENNUSTYÖT

3:1 Y l e i s t ä

Vaikeista peruskuoppien kaivu-, tukemis- ja kuivanapito- töistä on tehtävä yksityiskohtainen työsuunnitelma ja esitettävä se työnvalvojan tarkastettavaksi ennen työhön ryhtymistä.

3:2 P o h j a t u t k i m u s t e n t a r k i s t a m i - n e n

Työn aikana on tarkkailtava, pitävätkö ilmoitetut ja suunnittelun perustana olleet pohjatutkimustiedot paik- kansa. Mahdollisimman aikaisessa vaiheessa on varmistet- tava, että maapohjan laatu ja kantavuus perustamistasol- la vastaavat suunnitelmassa edellytettyä. Myös kallio- pinnan vaihtelut perustusten kohdilla on selvitettävä mahdollisimman tarkoin, jotta mahdollisista poikkeamista saadaan tieto riittävän ajoissa ja suunnitelman tarkis- tus tai muutos ei aiheuta keskeytystä työssä. Kallion laatu on tarkistettava ennen perustusten rakentamista.

Havaituista eroavaisuuksista on viipymättä ilmoitettava työnvalvojalle, jonka asiana on harkita, onko suoritet- tava vielä tarkempia tutkimuksia ja onko aiheutta suunnit- telman tarkistukseen tai muutokseen.

Paalutustyön suorittajan tehtäviin kuuluu tarkistaa poh- jatutkimustiedot sellaisella menetelmällä ja sillä tark- kuudella, että paalut voidaan hankkia tai valmistaa oi- kean mittaisina.

3:3 Peruskuopat

3:31 Tukeminen

Peruskuopat on kaivettava ja louhittava siten, ettei siitä aiheudu vahinkoa lähellä sijaitseville rakenteille. Tukiseinistä, joita rasittaa liikenteestä tai pysyvistä rakennuksesta tai muusta rakenteesta aiheutuva maanpaine kuorma, on laadittava staattiset laskelmat ja rakennepiirustukset, jotka on esitettävä työnvalvojalle hyväksyttäväksi. Suunnittelussa on käytettävä "Rakenteiden kuormitusnormien" mukaisia hyötykuormia, ellei toisin määrätä.

Väliaikaiset tukirakenteet on purettava niiltä osin kuin niistä on haittaa. Vaadittaessa on maan sisään tai veden alle jätettävistä apurakenteista laadittava piirustukset arkistointia varten.

3:32 Kaivu ja pohjan viimeistely kuivatyönä

Perustettaessa maanvaraisille peruslaatoille on kaivutyöt järjestettävä siten, ettei maapohjan löyhtymistä perustamistasossa ja sen alapuolella pääse tapahtumaan. Löyhtyvässä maassa on kaivaminen kaivukoneella lopetettava n. 10...20 cm perustamistason yläpuolella konetyypistä riippuen, kuitenkin niin, että ennenkaikkea pohjaveden alapuolella käsityönä tehtävä kaivu jää mahdollisimman vähin.

Ennen peruslaattojen valua on peruskuopan pohja tasoitettava huolellisesti. Esiinpistävät kallion särmit ja suurehkot irtokivet on louhittava vähintään 30 cm perustamistasoa alemmaksi. Syntyneet kuopat on täytettävä karkealla soralla tai sepelillä ja tiivistettävä. Peruslaatan alla on maa tasoitettava vaakasuoraksi, ellei suunnitelmassa ole toisin esitetty. Maanvaraisen peruslaatan porrastaminen edellyttää suunnitelman muutosta.

(3:32) Jos perusmaassa on hiesua, hietaa tai muita liettyviä aineosia, on kuopan pohjalle levitettävä ensin n. 100 mm hiekkaa eristykseksi ja sitten n. 150 mm:n kerros soraa tai sepeliä, joka tiivistetään hyvin. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää 100 mm:n alusbetonilaattaa ja sen alla tarvittaessa ohutta sora- tai hiekkakerrosta. Jos peruskuopan pohja on kuiva eikä ole pelkoa, että se ennen valua pääsee esim. sateiden vaikutuksesta liettymään, voidaan em. toimenpiteet jättää pois.

Perustettaessa pohjaveden pinnan alapuolelle voidaan kuivanapito järjestää usein avokuopasta pumppaamalla esimerkiksi, jos pohjamaa on hyvin koossa pysyvää ja heikosti vettä läpäisevää. Pumppauskuopat on pyrittävä sijoittamaan peruslaatan ulkopuolelle ja johtamaan vesi niihin perustusten ulkopuolella kiertävillä ojilla.

Peruskuopan luiskien vakavuuden parantamiseksi ja kaivannon pohjasta nousevan veden virtauspaineen pienentämiseksi on kaivanto tarvittaessa ympäröitävä uraseinillä. Perusmaan ollessa hietaa tai hiekkaa on pohjaveden pinnan alapuolelle ulottuvat kaivutyöt aina suoritettava uraseinien sisällä.

Jos veden tulo peruskuoppaan aiheuttaa maan liettymistä tai haittaa peruslaatan valua, on kuopan pohjalle tehtävä suodatinkerros, jota myöten vesi johdetaan pumppauskuoppiin. Suodatinkerroksen kokoonpano on riippuvainen mm. pohjamaan rakeisuudesta ja virtaavista vesimääristä ja on se harkittava kussakin tapauksessa erikseen. Jos maassa on hietaa tai sitä hienompia aineksia ja veden tulo on runsas, voidaan käyttää ylhäältäpäin lukien seuraavaa suodatinkerrosta:

100 - 200	mm	someroa tai sepeliä n. 10...55 mm #
100	mm	soraa
100 - 150	mm	hiekkaa

Rakeisuutta valittaessa on otettava myös tiivistyminen huomioon.

(3:32) Suodatinhiekkä voidaan korvata muovivalmisteisella suodatinkankaalla (käyttöluokka II, esim. Fibertex S-170, Terram PRF-160 tai vastaava tuote), kun hiekan käyttö ei ole taloudellisesti tarkoituksenmukaista tai pohjan pehmeiden vuoksi hiekkasuodattimen rakentaminen ei ole mahdollista. Jos peruskaivannon laajuuden vuoksi ei selvitä yhdellä kankaan leveydellä, tulee kankaat levittää (limitetään) vähintään 0,5 m toistensa päälle. Ne voidaan myös liittää toisiinsa ompelemalla tai liimaamalla edellä mainittua kapeamalla limityksellä. Suodatinkankaan päälle on levitettävä 20-30 cm jakavan kerroksen materiaalivaatimukset täyttävää soraa, mursketta tai murskesoraa (max rae-
koko \leq 60 mm), joka tiivistetään huolellisesti.

Maakerrosten ollessa hyvin tai kohtuullisesti vettä läpäiseviä kitkamaalajeja on suositeltavaa alentaa pohjaveden pinta peruskuopan ympärille sijoitetuista putkikaivoista pumppaamalla. Toimenpide edellyttää vedenläpäisevyyden selvittämistä pohjatutkimuksilla, asiantuntijan laatimaa ja valvojan tarkastamaa suunnitelmaa ja erikoiskalustoa.

3:33 Kaivaminen veden alla

Peruskuopan kaivu on suoritettava veden alla, jos vesipintojen korkeuseron aiheuttama veden virtaus saattaa aiheuttaa ns. hydraulisen murtuman. Tämä on odotettavissa, jos peruskuopasta pumpattu vesi tuo hienompia maa-aineksia mukanaan ja alkaa löyhdyttää perusmaata, jolloin pumppaaminen on välittömästi lopetettava. Toisen tyyppinen hydraulinen murtuma saattaa syntyä silloin, kun savikerroksen alla on vettä hyvin läpäisevässä maalajissa painevettä. Jos savikerros puhkaistaan esim. paalulla, saattaa vesi purkautuessaan tulla tullessaan maata, jolloin tilanne perustamistöiden ja lopullisen rakenteen kannalta yleensä huononee. Muita syitä kaivutöiden suorittamiseen veden alla voivat olla mm. suuri vesisyvyys, runsas veden tulo ja vaikeudet uraseinien tekemisessä.

(3:33) Hydraulisen murtuman vaara on pyrittävä selvittämään jo ennakolta. Kaivutöiden aikana on veden pinta peruskuopassa pidettävä vähintään ympäröivän vedenpinnan tasossa.

Pohjan viimeistelyssä on soveltuvin osin noudatettava edellisessä kohdassa annettuja määräyksiä. Tarvittaessa on tasoituskerroksena käytettävä sepeliä tai karkeata soraa.

Pohjan tarkastaminen on suoritettava luotettavalla menetelmällä. Tarvittaessa on käytettävä sukeltajaa.

Mikäli tarkoilla, tarkastettuihin pohjatutkimustuloksiin perustuvilla laskelmilla osoitetaan, että suodatinkerroksen tekemisen jälkeen riittävä varmuus hydraulista murtumista vastaan on olemassa, voidaan peruskuoppa tyhjentää vedestä ja valaa peruslaatta kuivassa. Muussa tapauksessa joudutaan peruslaatta betonoimaan veden alla, minkä jälkeen vesi voidaan jatkotöiden suorittamista varten tarvittaessa poistaa peruskuopasta. Veden poistamiseen ei saa kuitenkaan ryhtyä ennenkuin betoni on saavuttanut riittävän lujuuden.

3:34 Kalliolle perustaminen

Kalliolle tulevien rakenteiden tai peruslaattojen alustat on louhittava vaakasuoriksi, sekä vinot pinnat porrastettava, ellei suunnitelmassa toisin määrätä. Ennen valua on kallion pinnat puhdistettava huolellisesti.

Piirustuksissa esitetyt ankkurointiteräukset (vrt. 4:49) voidaan kiinnittää kallioon joko ennen peruslaatan valua tai sen jälkeen.

3:35 Maan jäätymisen ehkäiseminen

Jäätymisen olevan maan varaan ei saa perustaa pysyviä rakenteita. Rakennustyön aikana on maapohjan jäätymisen tehokkaasti estettävä. On huomattava, että siltojen perustukset on viety juuri routarajalle tai vähän sen ala-

- (3:35) puolelle, joten talven ajaksi peruskuopat on täytettävä lopulliseen korkeuteensa, ellei käytetä lämpöeristeitä tai ryhdytä muihin toimenpiteisiin perusmaan sulana pitämiseksi.

3:36 Uraseinät

Ellei suunnitelmassa toisin määrätä, piirustuksissa esitetyt pysyvät uraseinät tehdään vähintään 75 mm lankuista, jotka lyödään vähintään 1,5 m peruslaatan alapintaa syvemmälle, ellei kohdata esteitä tai ellei kovaa pohjaa tavoiteta ylempää. Seinä kiinnitetään välittömästi anturan yläreunan alapuolella olevan vaakasiteen kohdalta perustuksiin pulteilla ϕ 25 k 1000 mm. Mikäli kiinnitys tältä kohdalta tuottaa vaikeuksia, voidaan se suorittaa alemmaa työnvalvojan hyväksymältä korkeudelta.

Käytettäessä uraseiniä peruskuoppien tukena ja samalla peruslaatan valumuottina saadaan ne yleensä jättää paikoilleen. Lankut on katkaistava peruslaatan yläpinnan tasosta, ellei esim. vesioikeuden lupaehdoissa ole muita määräyksiä. Siinä tapauksessa, että perustus on maanvarainen, ei puu-uraseiniä saa poistaa peruslaatan alapuolelta.

3:4 P a a l u t u s

3:41 Lyöntipaalutus

3:411 Paalut, paalukärjet ja -jatkokset

Teräsbetoni- ja puupaaluja koskevat laatuvaatimukset on esitetty Lyöntipaalutusohjeissa 1972 (LPO 72).

Teräsbetonipaalut valmistetaan suunnitelmassa esitettyjen TVH:n normaalipiirustusten mukaan.

Puupaalut, joiden päät pysyvissä rakenteissa jäävät veden pinnan yläpuolelle, on kyllästettävä hyväksyttävää lahonsuoja-ainetta käyttäen paine- tai puseruskyllästysmenetelmällä. Jälkimmäistä menetelmää saadaan kuitenkin käyttää vain työnvalvojan luvalla.

(3:411) Teräspaaluja koskevat määräykset annetaan kussakin tapauksessa erikseen.

Paalukärkien ja -jatkosten tulee olla hyväksyttyä mallia. Paalujen jatkaminen, ellei sitä ole esitetty suunnitelmassa, ja paalukärjen muuttaminen katsotaan suunnitelman muutokseksi. On huomattava, että taivutusjäykän jatkoksen osat samoin kuin paalukärjetkin on kiinnitettävä teräsbetonipaaluihin jo valuvaiheessa, joten mahdolliset muutokset on selvitettävä jo ennen paalujen valmistamista. Ns. hylsyjatkos puupaaluissa edellyttää sallitun paalukuorman pienentämistä.

Liian lyhyeksi jääneiden paalujen jatkaminen yläpäästään teräsbetonipilarilla suoritetaan normaalipiirustusten tai erikseen laadittavan suunnitelman mukaisesti.

3:412 Paalutustyö

Paalutustyö tehdään Lyöntipaalutusohjeiden 1972 (LPO 72) kohtien 5...8 mukaisesti. Teräsbetonipaalujen yhteydessä käytetään paalutusluokkaa II ja puupaalujen yhteydessä paalutusluokkaa III ellei suunnitelmasta muuta ilmene.

Diesel-, höyry- ja paineilmajunttia saa käyttää vain työnvalvojan luvalla. Tällaisen luvan saamiseksi on esitettävä teknilliset tiedot paalutuskalustosta sekä samalla sille soveltuvat paalutusohjeet.

Paalutustyöstä pidetään pöytäkirjaa hyväksytyllä kaavakkeella. Paalutuskohtaista pöytäkirjaa (TVH n:o 2.512) on pidettävä koepaalutuksista ja kitkapaalutuksista sekä niistä tukipaalutuksista, joissa pohjatutkimusten perusteella ei voida olla etukäteen varmoja paalujen tunkeutumistasosta. Yhdistelmäpöytäkirjaa (TVH n:o 2.513) voidaan pitää tukipaalutuksista, joissa paalujen tunkeutumistaso on pohjatutkimusten perusteella selvä sekä kaikista paalutusluokan III mukaisista paalutuksista.

(3:412) Paalujen lopullinen sijainti ja suoruus on tarkastettava paalutustyön jälkeen. Mikäli sallitut poikkeamat ylitetään, on tarvittavista toimenpiteistä sovittava työnvalvojan kanssa.

Kun on kyseessä tukipaalutus, on yleensä pyrittävä lyömään samansuuntaisten paalujen rivistä ensin sisimmät ja etenemään asteittain ulommaksi, jotta aikaisemmin lyötyjen paalujen aiheuttama maan tiivistyminen häittäisi mahdollisimman vähän seuraavien paalujen tunkeutumista. Maatuen paalutus on kuitenkin yleensä aloitettava peruslaatan takareunalta ja edettävä silta-aukkoon päin, mikäli tämä järjestys on paalutuskoneen siirtämisen kannalta mahdollinen.

Kun kyseessä on kitkapaalutus, on pyrittävä lyömään samansuuntaisten paalujen ryhmästä ensin uloimmat ja etenemään asteittain sisemmäksi, ellei suunnitelmassa ole annettu muita ohjeita. Jos maatuen takana on pengerpaalutus, on se tehtävä ennen maatuen paalutustyöhön ryhtymistä.

Paalujen tunkeutumisen parantamiseksi on tarpeen vaatiessa käytettävä vesihuuhtelua, jonka suorituksesta on esitettävä yksityiskohtainen suunnitelma etukäteen valvojan tarkastettavaksi.

Jos paalut jäävät lyhyiksi (3 - 5 m), on kaikki perustuksen vaatimat kaivutoimenpiteet pyrittävä suorittamaan ennen paalutusta.

Teräsbetonipaaluja ei saa katkaista räjäyttämällä.

3:413 Jälkipaalutus

Välittömästi paalun lyönnin jälkeen on sen korkeus vaaittava. Sen jälkeen kun ryhmän kaikki paalut on lyöty, suoritetaan uusi vaaitus. Mikäli paalut ovat nousseet, suoritetaan jälkipaalutus. Koheesiopaaluja ei kuitenkaan saa jälkipaaluttaa.

3:414 Muita ohjeita

Jos paalutuskone on siirrettävä telineelle, on telineen oltava tukeva, jotta sen liikkuminen ei aiheuta paalujen siirtymistä pois paikoiltaan eikä niiden taipumista ja rikkoutumista lyönnin aikana. Uivan kaluston päältä saa paaluja lyödä vain tie- ja vesirakennushallituksen luvalla.

Suunnitelmassa voidaan erikseen määrätä, että teräsbe-tonipaalut on varustettava tarkastusputkella, jonka tulee olla Lyöntipaalutusohjeiden 1972 (LPO 72) mukainen.

Käytettäessä jatkettuja paaluja tai apupaalua on lyönnin aikana jatkokset tiivistettävä siten, että maata ei pääse tunkeutumaan tarkastusputkeen.

3:42 Erikoispaalut

Erikoispaalutuksessa noudatetaan siltakohtaista työselitystä.

3:5 Pohjamaan ja kallion vahvistustyöt

3:51 Pohjamaan tiivistäminen ja täyttö

Perustamistason alapuolelle tulevan täytön laajuus, täyttemaalle ja sen tiiveydelle asetettavat vaatimukset esitetään yleensä suunnitelmassa.

Tietyissä kaivuolosuhteissa tarvittavat suodatinkerrokset tehdään kohdassa 3:32 annettuja ohjeita noudattaen. Perustamistason ollessa veden alla on virtapaikoissa ja muuallakin, missä esimerkiksi aallokko huuhtoo perusmaasta hienoja aineksia, käytettävä eroosiosuojausta maanvaraisten anturalaattojen alla. Suojaus tehdään soveltaen edellä mainittuja suodatinkerroksen tekoa koskevia ohjeita.

(3:51) Ellei suunnitelmassa toisin mainita, on maanvaraisten perustusten alle kuivatyönä tehtävät suodatin- ja täyterrookset tiivistettävä siten, että saavutetaan 95 % parannetun Proctor-kokeen mukaisesta tiiveydestä. Pii- rustuksiin merkityn pohjarasituksen ylittäessä $0,2 \text{ MN/m}^2$. edellyttää yli puolen metrin paksuisten, suunnitelmaan merkitsemättömien suodatin- ja täyterrosten teko suunnitelman muutosta.

Vedenalaisena työnä tehtävien maanvaraisten anturoiden alle tulevien täyttöjen teko on sallittua ainoastaan valvojan luvalla. Täytöt tehdään esim. louheella, joka sisältää niin paljon hienoja aineksia, että lohcareiden väliset raot täyttyvät. Yläpinta tasataan karkealla soralla tai sepelillä.

Paalutettujen anturoiden alle tulevat täytöt on tehtävä niin, ettei valuaikana tapahdu haitallisia painumia. Heikosti kantavan maan päälle valettaessa on täytteenä käytettävä kantavaa ainetta, joka jakaa valuaikaiset rasitukset riittävän laajalle alalle. Kysymykseen saattaa tulla esim. puuarina, betoni- tai teräsbetonilaatta.

3:52 Injektointi

Maapohjan ja kallion injektoinnista on laadittava suunnitelma, joka on esitettävä valvojan hyväksyttäväksi. Suoritettaessa injektointi anturoiden tai paalujen alle on varottava käyttämästä niin suuria paineita, että rakenteet nousevat pois paikoiltaan.

Suunnitelman edellyttäessä kallion vahvistamista injektoidalla se voidaan tehdä kuivatyönä ennen tai jälkeen anturan valun. Veden alla injektointi tulee suorittaa anturan valun jälkeen.

3:53 Alusbetoni

Alusbetoni on esitettävä suunnitelmassa. Sitä käytetään esim. suodatinkerrosten sijasta tai valettaessa paalutettuja anturoita heikosti kantavan maan päälle.

3:6 Täyttöt

3:61 Peruskuoppien täyttö

Ellei suunnitelmassa toisin mainita, on peruskuopat täytettävä luonnollisen maanpinnan tasoon taikka vastaavasti tien leikkauksen tasoon saakka. Aina on varotettava täyttämästä vesioikeuden lupapäätöksen edellyttämää vesiaukkoa.

Täyttö on suoritettava huolella ja sellaista täytettä käyttäen, ettei betonipintoja ja niiden mahdollista kosteuseristystä vahingoiteta ja ettei täytteen ajan mittaan tapahtuvasta tiivistymisestä ole haittaa. Siinä tapauksessa, että peruskuopan päälle tulee osittainkin tie, rautatie tai katu, on täyte tiivistettävä kerroksittain. Vaadittu tiiviysaste on 95 % parannetun Proctor-kokeen mukaisesta tiiveydestä. Veden alla on käytettävä täytteenä karkearakeista, runsaskivistä soraa tai louhetta.

Maatuen etumuurin tai kehän seinän takana on peruskuopan täytteenä käytettävä routimatonta maata vähintään 2 m:n etäisyydelle rakenteen maanvastaisesta pinnasta roudan etenemisen kannalta epäedullisimpaan suuntaan mitattuna. (Vrt. tienrakennustöiden yleinen työselitys: osa 1500).

Ellei suunnitelmassa ole määrätty eroosiosuojakerrosta, on veden alla käytettävä sellaista karkeaa täytettä, jota mahdollinen virta ei vie mukanaan. Virtapaikoissa on aina käytettävä päällimmäisenä kerroksena

- (3:61) kiviheitoketta ja sen alla yhtä tai useampaa suodatin-kerrosta pohjamaasta riippuen.

Peruskuoppia täytettäessä ja tiivistettäessä on vältettävä sellaisia toispuolisia maanpaineita, joita suunnitelma ei edellytä tai jotka voivat aiheuttaa rakenteeseen ylimääräisiä rasituksia tai jopa rakenteen liikumisen. (Vrt. 3:62)

3:62 Sillan taustan täyttö

Työ tehdään tienrakennustöiden yleisen työselityksen osassa 1500 annettujen ohjeiden ja määräysten mukaan.

Kehäsiltojen, ulokelaattasiltojen tai vastaavien taustoja täytettäessä ei täytteen korkeusero seinien takana saa nousta 0,5 m suuremmaksi, ellei suunnitelmassa ole toisin mainittu. Tien poikkisuunnassa on täytekerrokset pyrittävä tekemään vaaka-suoriksi.

Jos sillan päällysrakenne on toisesta tai molemmista päistään tuettu liikkuvalla laakerille, on kantavuudeltaan keskitiivistä soraa heikommille moreeneille ja kitkamaalajeille tai paaluille perustetun maatuen tausta täytettävä normaaliin pengerkorkeuteen asti ennen päällysrakenteen betonoimista tai paikoilleen asentamista.

Siltasuunnitelmassa voidaan kuitenkin antaa muita tai edellisestä poikkeavia taustan täyttöä koskevia yksityiskohtaisia määräyksiä.

3:7 Keilojen ja luiskien verhoukset

Siltasuunnitelmassa esitetään, mitä verhoustyyppiä keilloissa ja luiskissa käytetään. Verhoukset tehdään tienrakennustöiden yleisen työselityksen kohdan 1750 mukaan, ellei siltasuunnitelmassa toisin määrätä.

On huomattava, että siltasuunnitelmassa määritellyn keilan kiviverhouksen leveys yläpäästään on vähintään 1,0 m ja että raja sen ja tien luiskan verhouksen välillä on taaksepäin (sillasta poispäin) kalteva. Siinä tapauksessa, että luiskaan rakennetaan vesikouru, kulkee verhoustyyppien raja kuitenkin mainitussa kourussa.

Etuluiskan kiviverhous on ulotettava molemmin puolin 200 mm kansilaatan ulkopuolelle.

3:8 Sillan taustan viemärinti

3:81 Pohjaviemärit ja salaojat

Sopivin toimenpitein on estettävä taustatäytteeseen veden kerääntyminen betonirakenteiden taakse, ettei niistä vastaan muodostu toispuolista vedenpainetta.

Useimmiten riittää, että taustan ja/tai peruskuopan täyte on hyvin vettä läpäisevää. Tarpeen vaatiessa on tehtävä viemäri tai salaoja ja jätettävä reikiä betonirakenteisiin.

3:82 Pintavesien johtaminen

Siltasuunnitelmaan merkitty vesikouru rakennetaan siten, että se johtaa sillan päähän kerääntyvän veden pitkin luiskaa alas siten, että luiskan ja keilan verhous ei pääse vahingoittumaan. Kouru voidaan korvata luiskan sisään asennetulla putkella \varnothing 300 mm, jonka yläpää on ajoradan reunan tasossa ja alapää luiskan alla.

Ellei suunnitelmassa esitetä muita mittoja, tehdään kouru vähintään 500 mm paksulle kivi- tai sepelikerrokselle betonielementeistä, joiden vesipoikkileikkauksen leveys on vähintään 200 mm. Kourun yläpäästä ja päällysteen reunaa muotoilemalla vesi on pakotettava virtaamaan kouruun.

Ne kohdat sillan alla, joihin valuu vettä sillan syöksytörmästä, on vahvistettava vähintään 700 mm paksulla kivi- tai karkealla sepelikerroksella ja tarvittaessa on niihin rakennettava edellä selostetulla tavalla kouru, joka johtaa vedet edelleen. Suojattavan alueen koko ja muoto on harkittava kussakin tapauksessa erikseen.

4: BETONIRAKENTEET

4:1 Y l e i s t ä

Betonirakenteita tehtäessä ja niiden kelpoisuutta todettaessa on noudatettava soveltuvin osin seuraavia Suomen rakentamismääräyskokoelmaan kuuluvia määräyksiä ja ohjeita, jotka sisältyvät julkaisuun BY 10 "Betoni-normit 1977":

- A1 Yleiset määräykset
- B2 Kantavat rakenteet, määräykset
- B8 Betonirakenteiden valmistus, ohjeet
- B9 Betonin kelpoisuuden toteaminen, ohjeet

Lisäksi noudatetaan sellaisia BY:n, RIL:n, SFS:n, VTT:n tai muiden järjestöjen ja laitosten julkaisemia ohjeita ja standardeja, joihin tässä työselityksessä, suunnitelmassa tai muissa urakka-asiakirjoissa on viitattu taikka, jotka muuten määrittelevät yleistä rakentamisen laatutasoa ja käytäntöä.

Betonitöitä johtamaan on asetettava betonityönjohtaja, jolla täytyy olla määräysten B2 kohdassa 2.4.1 määriteltä 1-luokan betonityönjohtajan pätevyys. Hänen on vastattava kaikista teline-, muotti-, raudoitus- ja betonointitöistä sekä mahdollisista jännitys- ja injektointitöistä.

Myöhemmin määritellyt rakenne- ja työsuunnitelmat on laadittava ja esitettävä valvojalle tarkastettavaksi hyvissä ajoin ennen työhön ryhtymistä. Tarkastetusta suunnitelmasta ei saa poiketa ilman valvojan lupaa.

Kunkin erillisen betonivalun aloittamisesta on ilmoitettava hyvissä ajoin tarkastuksen ja valvonnan järjestämisestä varten. Valua ei saa aloittaa ilman valvojan lupaa.

4:2 Telineet, muotit ja suojakatokset

4:21 Suunnitelma

Kantavista telineistä, muottirakenteista ja suojakatoksista on laadittava suunnitelma, joka käsittää piirustukset ja staattiset laskelmat.

Laskelmissa on esitettävä:

- rakennusaineet ja niille sallitut jännitykset
- kuormitus
- perusmaan laatu, sallittu rasitus perusteltuna sekä otaksuttu painuma
- mitoitus- ja maksimijännitykset
- taipumat ja esikohotus sekä
- ne lisäselvitykset, joita käytetyt terästelineet mahdollisesti aiheuttavat jännitetyissä rakenteissa jännittämistyön aikana.

Piirustuksiin on merkittävä:

- rakennusaineet ja niiden laatu sekä nuutavarasta kosteusluokka
- kuormitukset
- mahdolliset valunopeutta koskevat rajoitukset
- valujärjestys
- mahdollisten hidastimien käyttö
- perusmaan laatu ja suurimmat rasitukset
- tarkat mitat (mm. tukien korkeudet ja muotin yläpinnan korkeus tuilla)
- esikohotukset ja mitä annettu esikohotus sisältää (telinekannattajien taipuma pysyvästä kuormasta tulee merkitä erikseen)
- telineiden sitominen
- voimaliitokset
- muottien puhdistus- ja valuaukot

- (4:21) - jännitetyissä rakenteissa käytettyjen terästelineiden alaslaskemishjeet
- tarvittaessa siltarakenteiden vahvistustoimenpiteet, kun telineet on tuettu niiden varaan sekä
 - erityisohjeet telineiden asentamisesta ja purkamisesta.

4:22 Kuormitukset

Telineiden suunnittelussa on otettava huomioon

- telineiden omapaino
- kannatettavan rakenteen paino

Teräsbetonin tilavuuspainoksi otaksutaan 25 kN/m^3 .

- hyötykuorma

Työnaikainen hyötykuorma koostuu valua suorittavista henkilöistä ja sen suuruudeksi otaksutaan $2,0 \text{ kN/m}^2$.

Jos valussa tarvitaan sellaisia koneita, kuljetusvälineitä tai tarvikkeita, joiden paino on suurempi kuin $2,0 \text{ kN/m}^2$ tai kuormat ovat pistemäisiä, tulee ao. kohdat mitoittaa näistä aiheutuvalle painolle ja sysäykselle. Jos valettua rakenteen osaa käytetään myöhemmin valettavien osien betonoinnissa kuljetusväylänä, tulee kantavat telinerakenteet mitoittaa kuljetuskaluston mukaiselle painolle ja sysäykselle.

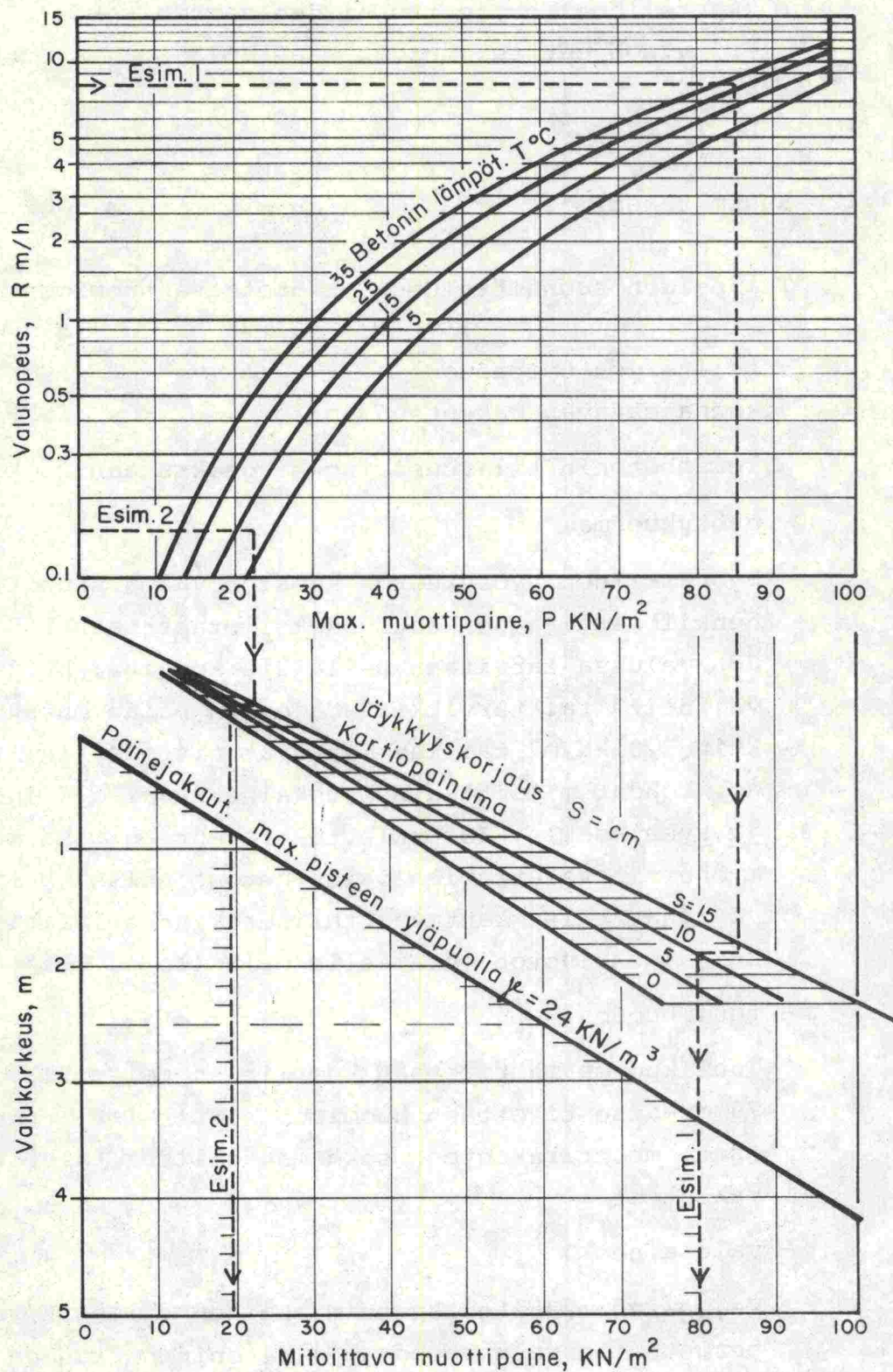
- tuulikuorma

Tuulikuorma määritetään kuormitusnormien RIL 59 ja 79 mukaisesti ottaen huomioon peräkkäiset rakenneosat, muottirakenteet sekä mahdolliset talvisuoja-rakenteet.

- valupaine

Valupaine määritetään esim oheisen valupainekuvion (kuva 1) perusteella valunopeuden ja betonin notkeuden funktiona. Jos käytetään hidastinta tai nesteytettyä betonia valupaine on arvioitava erikseen. Vedenalai-

Nomogrammi muottipaineen määrittämiseksi "Dimensionering av vertikala betongformar" mukaan.



(4:22) sen valun muottipaine kasvaa hitaammasta kovettumisesta johtuen n. 25 % normaalisti valettuun betoniin verrattuna. Valupaineen otaksutaan vaikuttavan kohtisuorasti muottipintaa vastaan. Viistoissa pinnoissa, katoissa ja kevennysputkissa on otettava huomioon nostava vaikutus.

- vedenpaine

Vedenpintojen korkeuserosta johtuvan vedennaineen lisäksi tulee ottaa huomioon mahdollinen virtaavan veden paine.

- jäänpaine

Jäänpaineen vaikuttaessa telineisiin tulee sen lisäksi vaaka- että pystysuora vaikutus ottaa huomioon.

- muut kuormitukset

Mahdollisista asennusepätkäarkkuuksista johtuva lisävaakavoima, jonka otaksutaan olevan 1 % pystykuormasta.

Rakenteiden kaltevuudesta aiheutuva vaakavoima.

Betonoinnissa syntyvät sivusysäykset ja valun enätäsaisesta etenemisestä aiheutuvat voimat. (Ne on otettava huomioon, vaikka niitä ei tarkemmin laskettaisikaan.)

Suojakatoksen omapaino ja mahdollinen lumikuorma, mikäli ne tuetaan telinerakenteisiin.

4:23 Muodonmuutokset ja esikohotus

Telineiden esikohotukseen vaikuttaa:

- pysyvästä kuormasta ja hiipumasta aiheutuva taipuma sekä mahdolliset muut muodonmuutokset, jotka on ilmoitettu siltasuunnitelmassa.

(4:23) - telineiden ja muotin taipuma pysyvästä kuormasta

Muotin ja koolauksen taipuman tulee olla pienempi kuin $1/400$. Jos koolausta ja muotteja kannattavien palkkien taipuma on suurempi kuin $1/400$ tai suurempi kuin 5 mm, on järjestettävä esikohotus.

- maaperän tai paalujen mahdollinen painuma sekä puurakenteiden liitoksissa oleva väljyys sekä painuma on arvioitava
- koska suoraa rakennetta katsottaessa se näyttää aukon kohdalta roikkuvalta, tulisi kohotusta liioitella niin, että hiipumisen jälkeen rakenteeseen jäisi $1/1\ 000$ suuruinen kohotus aukon keskellä
- kannen alapinnan kaarevuus voidaan huomioida "esikohotuksena".

4:24 Muottien sitominen

Muotti on tuettava ja sidottava huolella. Sideteräkset sekä välikkeet ja tuet on suunniteltava siten, että niistä ei ole haittaa rakenteen lujuuden tai ulkonäön kannalta. Sideteräksillä ei saa aiheuttaa reikiä sellaisiin kohtiin, joissa pintavedet saattavat niistä virratessaan liata näkyviin jäävät pinnat. Näkyviin jäävistä betonipinnoista on sideteräkset aina poistettava, jolloin poistamisen helpottamiseksi ne tulisi muotin sisäpuolisilta osiltaan asentaa kovan muoviputken sisälle. Sideteräksien jättämistä betonin sisälle on vältettävä, koska teräksen päähän tuleva betonipaikka erottuu muusta pinnasta. Teräksen ympärillä on tällöin käytettävä muottia vasten holkkia. Muottien sitomiseen voidaan käyttää myös alumiinilankaa, joka katkaistaan betonipinnan tasoon. Säästöonteloiden muotteina käytettävät putket tai vastaavat on sidottava muotteja kannattaviin palkkeihin tai laudoituksen tukiin. Siteiden mitoituksessa määrää betonimassan aiheut-

(4:24) tama noste. Putkien tulee olla niin vahvoja, että ne kestävät valupaineen myös putken päässä.

Vedenpaineen alaisissa rakenteissa on muottisiteiden oltava hyväksyttävää tyyppiä (esim. pultti, johon on hitsattu laippa 5x100x100).

Puisia tai pahvisia välikkeitä ja tukia ei saa jättää betonin sisälle.

4:25 Muotit

Näkyviin jäävissä pinnoissa käytetään raakaponttia tai mitallistettua lautaa, jonka sahapinta asetetaan betonipintaa vasten. Laudat on jatkettava tuen kohdalla. Jos koolauksen vapaa väli on pieni ≤ 250 mm raakaponttilautaa ei tarvitse jatkaa tuen kohdalla edellyttäen, että raudoitusta ei tueta jatkoksen kohdalla. Lautojen vedenimukyvyyn tulee rakenneosittain olla mahdollisimman tasainen.

Valvojan luvalla muottina voidaan käyttää myös muottilevyjä, jos suunnitelmassa ei ole muottimateriaalia määrätty. Muottilevyjen tulee olla puhtaita ja hyväkuntoisia myös reunoiltaan. Muottilevyjen tulee muodostaa säännöllisiä kuvioita ja pienien levypalojen käyttöä ei sallita. Erityistä huomiota tulee kiinnittää saumojen tiiviyyteen.

Muissa kuin näkyviin jäävissä pinnoissa on käytettävä mitallistettua lautaa, hyväkuntoista levyä tai nystypinnoissa muottiverkkoa. Muottiverkkoa ei saa käyttää 30 mm lähempänä näkyvää pintaa.

Näkyviin jäävissä pinnoissa asetetaan muottilaudat nilareissa, välituissa ja niihin verrattavissa rakenteissa pystysuoraan. Jos välituessa on isoja tasopintoja ja lähellä olevasta maatuesta jää näkyviin suuria pintoja, laudat asetetaan vaakasuoraan. Maatukien etu- ja rintamuureissa laudat asetetaan vaakasuoraan. Päällysrakenteissa ja maatukien sivumuureissa ne asetetaan tasausviivan suuntaisiksi, ellei suunnitelmassa toisin mainita.

- (4:25) Kaarevissa päällysrakenteissa tulee muottilautojen yleensä olla sillan mukaisesti kaarevia. Eri rakenteiden ja erisuuntaisten laudoitusten rajat on suunniteltava kauniiksi.

Näkyviin jäävät kulmat on aina viistettävä 20 x 20 mm, ellei suunnitelmassa ole annettu muita mittoja tai ohjeita.

Puun laajeneminen kasteltaessa on otettava huomioon. Hyväksi tunnettujen muottiöljyjen käyttö on sallittua valvojan luvalla. Muottiöljy tulee levittää tasaisesti joka paikkaan niin, ettei pääse syntymään lammikoita, jolloin betonin pinta tulisi laikukkaaksi. Teräksiä ei saa tahria muottiöljyllä.

4:26 Valuaukot

Muotteihin on jätettävä riittävästi työn aikana suljettavia aukkoja, joista betonimassa voidaan sijoittaa muottiin ja siellä huolellisesti tiivistää. Valuaukkojen määrä on riippuvainen mm. rakenteen mitoista, raudoituksen tiheydestä, betonin tiiveydelle asetettavista vaatimuksista sekä käytettävissä olevasta kalustosta ja on se kussakin tapauksessa harkittava erikseen.

Mahdollisuuksien mukaan on valuaukot sijoitettava rakenteiden maanvastaisille sivuille. Saman sillan vastaavissa rakenteissa aukot tulee tehdä samankokoisiksi ja sijoittaa samoille korkeuksille. Aukkojen sulkeminen on järjestettävä siten, ettei niistä jää ainakaan näkyviin jääviin pintoihin ulkonäköä haittaavia jälkiä, minkä takia sulkemiseen on pyrittävä käyttämään alkuperäisestä muottilaudoituksesta ilapäisesti poistettavia kappaleita.

4:27 Viimeistely ennen betonointia

Ennen betonointia on muotit kasteltava perusteellisesti. Laudat on saatava kostumaan pintaa syvemmältä, mikä yleen-

(4:27) sä edellyttää, että laudoitus pidetään märkänä vähintään vuorokauden. Muottien pinta saa ennen valua kuivahtaa. Lautojen saumoihin ei saa jäädä rakoja.

Roskat, jää ja lumi sekä seisomaan jäänyt vesi on poistettava ennen betonointia. Tarpeen vaatiessa on tätä tarkoitusta varten jätettävä aukkoja muottirakenteisiin.

4:28 Valujärjestys

Telineet on suunniteltava siten, että siltasuunnitelmassa määrätty valujärjestys on mahdollinen. Ellei sitä ole siltasuunnitelmassa annettu, on se määrättävä telineitä suunniteltaessa.

Yleisperiaatteena valujärjestystä harkittaessa on pidettävä, että telinerakenteen muodonmuutokset eivät saa vahingoittaa jo sitoutumistaan aloittavaa betonia. Tähän voidaan vaikuttaa käyttämällä sopivissa kohdissa sitomista hidastavaa lisäainetta betonissa. Muita valujärjestykseen ja työsaumojen etäisyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. betonin kutistuminen ja valukapasiteetti. Työsauman teko suunnitelmassa mainitsemattomiin kohtiin edellyttää suunnitelman muutosta.

4:29 Muita ohjeita

Jäätyneen maan varaan saa telineet perustaa vain siinä tapauksessa, ettei routa ehdi sulaa ennenkuin betoni on saavuttanut telineiden purkamista edellyttävän lujuuden. On varmistettava, ettei betonin lämmitys ja kovettuvan betonin lämmönkehitys pääse sulattamaan routaa. Samoin on varmistettava, ettei pintavesien virtaaminen ja veden ja jään paine tms. pääse löyhentämään tai syövyttämään perusmaata tai aiheuttamaan muuta vahinkoa telinerakenteille. Perustettaessa telineet jäätyneen maan varaan, on valmistauduttava telineiden myöhempään korkeuden nostoon tai laskuun kiiloilla tai muilla säädettävillä laitteilla. Ennen valua on tarkistettava ja korjattava kiilojen tai

(4:29) säädettävien laitteiden avulla telineiden asentamisen ja valun välisenä aikana tapahtunut routanousu tai muu korkeusaseman muutos.

Tiivistämättömän täyttemaan tai luiskan varaan telineitä ei saa perustaa. Jos telineet perustetaan kerroksittain tiivistetyn luiskan varaan, on tutkittava luiskan vakavuus.

Telineet on tuettava niin, että kuormat siirtyvät keskeisesti alaspäin (epäkeskisyys $< \pm 10$ mm). Telineet on tuettava sillan pituus- ja poikkisuunnassa mikäli mahdollista sillan tukirakenteisiin, joiden kestävyydestä on tällöin varmistauduttava.

Telineet on rakennettava siten, että niiden purkaminen ei aiheuta rakenteelle haitallisia rasituksia. Holvi- ja kaarisiltojen sekä tarvittaessa muidenkin (esim. jännitettyjen) siltojen telineet on varustettava säädettävillä laskulaitteilla, joiden avulla ne voidaan laskea alas kokonaisina.

Erikoisvalmisteisen telinekaluston tulee olla kantavuutensa, muodonmuutostensa ja säätölaitteitensa puolesta luotettavaksi tunnettua rakennetta. Asennettaessa on huolellisesti tarkastettava, että kulumisen tai korroosion vaurioittamat taikka muuten vioittuneet osat korvataan kelvollisilla. Valmistajan antamia asennusohjeita on tarkasti noudatettava.

Terästelineissä ei saa käyttää kitkaan perustuvia liitoksia muissa kuin rakennetta jäykistävässä poikki- ja vinoiteissa, ellei niitä ole tehty kohdan 5:34 mukaisesti. Siteissä käytettävien lukkokappaleiden tulee olla hyväksyttävää tyyppiä. Niitä asennettaessa on varmistauduttava siitä, että liitokseen syntyy tehokas puristus.

Jännitettyjen rakenteiden telineet on tehtävä siten, että jännitettäessä syntyvät liikkeet pääsevät vapaasti tapah-

(4:29) tumaan. Vaaka- ja vinositeitä voidaan poistaa tarpeen mukaan sen jälkeen kun betoni on kovettunut. Telineitten kantavuutta ei kuitenkaan saa vaarantaa. Taipuisia telinekannattajia käytettäessä on varmistauduttava siitä, ettei teline jännittämisen jälkeen tai sen aikana rakennetta vielä tukiessaan aiheuta rakenteeseen haitallisia lisärasituksia (Vrt. 4:21).

Laatikkopalkkien sisäpintojen muotit on poistettava, mikä on otettava jo muottien ja työn suunnittelussa huomioon. Muotin paikoilleen jättäminen on sallittua vain valvojan luvalla.

Säästöonteloiden muotteina tulee käyttää sellaista rakennusainetta, joka kestää sään vaihteluista ja betonoimisesta aiheutuvat rasitukset kosteus mukaan luettuna.

Ennen betonoinnin aloittamista on telineet ja muotit tarkastettava ja hyväksyttävä. Tarkastuksessa on todettava, että ne ovat sekä pysyvien rakenteiden että teline- ja muottirakenteiden piirustusten mukaisia. Ellei muista seikoista johdu ankarampia vaatimuksia, absoluuttinen poikkeaminen rakenteen teoreettisista mitoista saa olla enintään 15 mm sekä vaaka- että pystytasossa. Kantavissa rakenteissa ei saa kuitenkaan esiintyä alimittaa, jos niiden paksuus $d \leq 1\,000$ mm.

4:3 R a u d o i t u s

4:31 Terästen kelpoisuuden toteaminen

Betoniterästen on täytettävä lujuusluokkatunnuksen perusteella määräytyvän SFS-standardin asettamat vaatimukset.

Jänneterästen tulee täyttää suunnitelmassa ja käyttöselosteessa esitetyt vaatimukset.

(4:31) Sellaisista betoni- ja jänneteräksistä, jotka ovat VTT:n laadunvalvonnassa, riittää kelpoisuuden osoittamiseksi, että jokaisesta työmaalle toimitetusta teräsnipusta tai -vyyhdestä löytyy merkintä, jonka avulla erään liittyvä aineenkoetustodistus on löydettävissä.

Ellei terästen valmistus ole VTT:n laadunvalvonnassa, on jokaisen valmistuserän kelpoisuudesta esitettävä VTT:n lausunto aineenkoetustodistuksineen. Jos työmaalle toimitettujen terästen merkinnät ovat puutteelliset tai edellä mainittu lausunto ei anna riittävää varmuutta terästen kelpoisuudesta, tehdään lisäkokeet työmaalla otetuista näytteistä ohjeen B8 kohdan 4.3.2 mukaisesti.

Työmaalle tuoduista teräksistä on pidettävä kirjaa. Kirjanpidosta, joka on soveliainta laatia taulukon muotoon, on käytävä selville seuraavat asiat:

- toimitetut teräserät: halkaisijat, laadut, valmistaja, valmistuserät (sulatusnumerot), nippujen tai vyyhtien lukumäärät ja painot
- VTT:n lausunto aineenkoetustodistuksineen (n:ot ja pvm:t), ellei terästen valmistus ole VTT:n laadunvalvonnassa
- työmaalla otettujen koesauvojen numerot sekä
- huomautukset, ellei ainekokeita tai muita kelpoisuuden toteamiseksi tarvittavia tietoja koskevia vaatimuksia ole täytetty.

4:32 Terästen sijoittaminen muotteihin

Teräkset on sijoitettava muotteihin oikeille paikoilleen ja kiinnitettävä niin, etteivät ne betonoinnin aikana liiku paikoiltaan. Erityisesti on varmistauduttava ennen valua siitä, etteivät rakenteen yläpinnan teräkset ole päässeet painumaan.

Terästen etäisyys muottipinnoista on varmistettava käytämällä tarkoitukseen sopivia välikkeitä. Betonista teh-

(4:32) tyjen välikkeiden tulee olla samaa lujuusluokkaa ja väriä kuin itse rakennekin. Muovista tehtyjen välikkeiden tulee olla väriltään huomaamattomia ja muodoltaan sellaisia, että niiden kohdalle ei pääse syntymään ontelaita tai muita valuvikoja. Välikkeitä tulee olla niin tiheässä, etteivät ne murru tai pääse painumaan muottilaudoitukseen. Betonivälikkeitä on käytettävä vähintään 2 kpl/m^2 . Käytettäessä muovivälikkeitä on niiden etäisyydet erikseen selvitettävä. Suoraan maan päälle vallettaessa voidaan raudoituksen tukena käyttää puhtaita kiviä.

Teräkset on sidottava lujasti kiinni. Sidelangat on taitutettava siten, että ne eivät jää muottilaudoitukseen kiinni. Tarpeen vaatiessa on käytettävä aputeräksiä. Niiden etäisyys muottipinnasta saa olla 10 mm pienempi kuin pääterästen, joita ne tukevat, ei kuitenkaan $< 20 \text{ mm}$.

Betoniterästen hitsaaminen on sallittu ainoastaan standardien SFS 1206 ja SFS 1211 mukaisille kuumavalssatuille teräslaadoille A220S ja A400HS. Hitsauksessa saa käyttää vain ao. standardissa mainittuja hitsausmenetelmiä. Hitsaustyössä, ennakkokokeissa ja raudoituksen kelnoisuuden toteamisessa on noudatettava ohjeen B8 kohtien 3.4.3.2 ja 4.3.2.3 periaatteita ja menetelmiä. Toimivaan raudoitukseen kuuluvien harjaterästen hitsaaminen työmaalla edellyttää aina valvojan hyväksymää täydellistä hitsaus-suunnitelmaa, josta on esitetty mm. hitsausmenetelmä, lisäaineet, sauman muoto, mahdollinen esilämmitys, työlämpötila jne.

Raudoitusta tehtäessä voidaan käyttää myös teollisesti valmistettuja raudoituselementtejä eli raudoitteita. Niistä kootun raudoituksen tulee täyttää samat laatuvaatimukset kuin työmaalla tehdyn raudoituksen. Raudoitteita toimittavalla tehtaalla tulee olla VTT:n kanssa tehty laadunvalvontasopimus, jonka mukaisten kokeiden tulokset on raudoitteiden toimituksen yhteydessä luovutettava tilaajalle.

(4:32) Yleensä on betonoitavan rakenneosan kaikki teräkset si-
dottava kiinni ennen valun aloittamista. Tämä koskee
myös tartuntateräksiä. Tiheästi raudoitetuissa paikois-
sa on pyrittävä jättämään riittävän suuria teräsvälejä,
jotta betonointi voidaan moitteettomasti suorittaa.
Suunnitelmassa esitetyistä teräsväleistä poikkeaminen
on kuitenkin sallittua vain valvojan luvalla. Huomattavat
poikkeamat on katsottava suunnitelman muutokseksi.

Jännitetyissä rakenteissa on jänneiden tukemisesta laa-
dittava yksityiskohtaiset työpiirustukset, jotka on esi-
tettävä valvojalle hyväksyttäväksi, ennenkuin jännteitä
ruvetaan asentamaan. Asennuksen aikana ja joka tapaukses-
sa ennen betonointia on varmistettava, että jänneiden
suojaputket ovat ehjiä. Kanavien ehjyys varmistetaan
tarkastamalla peilillä. Mahdolliset reiät on paikattava
esim. eristysnauhalla. Jänneiden kaikki ylimääräiset
mutkat sekä horisonttaali- että vertikaalitasossa on
tarkoin poistettava. Kanavat on varustettava korkeimmis-
sa kohdissa ilmanpoistoputkilla ja matalimmissa kohdis-
sa vedenpoistoputkilla.

4:33 Terästen asennustarkkuus

Varsinaisten betoniterästen asennuksessa sallitaan enin-
tään seuraavat poikkeamat suunnitelmassa esitetyistä mi-
toista:

- suojaavan betonikerroksen paksuus $+ 10 \text{ mm}$
- minimipaksuus aina 20 mm
- yhdensuuntaisten terästen väli samassa ryhmässä $\pm 10 \text{ mm}$
- ryhmän painopisteen asema $\pm 10 \text{ mm}$
- muu teräksen sijainti rakenteen poikkileikkauksessa $\pm 20 \text{ mm}$
- teräksen pituussuuntainen sijoitus $\pm 100 \text{ mm}$

Tämä toleranssi on voimassa, ellei mikään edellämäini-
tuista mitoista määrää teräksen pituussuuntaista sijoii-
tusta. Teräksissä saa olla kuitenkin ylipituutta enem-
mänkin kuin 100 mm , mikäli siitä ei ole esim. betonoii-
taessa haittaa.

- (4:33) Jänteiden aseman sallitut toleranssit on esitetty jännitettyjen betonirakenteiden normeissa.

4:34 Muita ohjeita

Terästen varastointi ja käsittely työmaalla on järjestettävä siten, että normeissa edellytetty puhdistaminen ruosteesta, rasvasta, jäästä, sementtilaastista ym liasta jää mahdollisimman vähäiseksi. Yleensä on terästen hankinta pyrittävä ajoittamaan mahdollisimman tarkasti rakennustyön edistymisen mukaiseksi, jotta varastointiaika jäisi lyhyeksi. Jänteet on pyrittävä säilyttämään aina katetussa tilassa sekä suojattava maan ym aineiden aiheuttamalta korroosiolta.

4:4 B e t o n o i n t i

4:41 Betonointisuunnitelma

Ennen varsinaisten betonointitöiden aloittamista on betonointiin liittyvistä yleisistä järjestelyistä työmaalla laadittava suunnitelma ja esitettävä se valvojalle tarkastettavaksi. Suunnitelmasta tulee käydä selville mm:

- työnjohtohenkilöstö ja organisaatio sekä mahdolliset asiantuntijat
- betonin aineosien tai betonimassan toimittaminen työmaalle
- aineosien laatuvaatimukset
- mahdollinen lisäaineiden käyttö
- betonointikalusto
- betonimassan kuljetusten ja siirtojen järjestelyt
- varautuminen valukatkoihin
- varautuminen talvibetonointiin
- ennakkokokeet ja betonin laadunvalvonta
- kelpoisuuden toteaminen
- betonin lujuuden kehityksen ja kovettumisolosuhteiden seuranta
- jälkihoitotoimenpiteet

(4:41) Betonointisuunnitelmaa voidaan työn edistyessä tarpeen mukaan täydentää siten, että ennen kunkin kohteen valua valvojalle esitetään yksityiskohtainen selostus töiden järjestelystä.

4:42 Betonimassan valmistus

Ennen betonin valmistuksen aloittamista on ainesosien laadusta ja seossuhteista oltava sellaiset tiedot, että rakenteiden voidaan olettaa saavuttavan edellytetyt ominaisuudet.

Ellei suunnitelmassa toisin mainita, on betonissa käytettävä suomalaiset viranomais määräykset (B4 Suomen rakentamismääräyskokoelma; Rakennussementti) täyttävää portlandsementtiä.

Betonin runkoaineena on käytettävä Betonin kiviainesten luokitusohjeen (RIL 60, 1968) mukaan luokiteltuja kiviaineksia. Ellei muuta ole määrätty tai sovittu on runkoaineen täytettävä vähintään II luokan vaatimukset. Sen tulee olla puhtaudeltaan ja rakeisuudeltaan sellaista, että edellytetyt betonin ominaisuudet ovat saavutettavissa sementtiä kohtuullisesti käyttäen. Hienoaineksen määrä on pidettävä pienenä valmistettavassa betonissa, jonka $K_{28} \geq 40 \text{ MN/m}^2$ tai jolle on asetettu suojahuokossuhdetta koskeva vaatimus.

Betonissa käytettävän veden laatuvaatimukset ovat ohjeen B8 kohdan 2.1.1.3 mukaiset. Veden laatu on tarpeen vaatiessa varmistettava ennakkokokeilla.

Ellei suunnitelmassa ole lisäaineiden käyttöä koskevia määräyksiä, on betonilta vaadittavien ominaisuuksien saavuttamiseksi tarpeen vaatiessa käytettävä tarkoitukseen parhaiten soveltuvia lisäaineita, joilla tulee olla Suomen Betoniyhdistys ry:n hyväksymä, voimassa oleva käyt-

(4:42) töseloste. Kiihdyttävien lisäaineiden käyttö ei kuitenkaan ole suotavaa ja kloridipitoisten lisäaineiden käyttö on kokonaan kielletty.

Lisäainetta käytettäessä on suhteituksen perustuttava ennakkokokeisiin tai samasta massasta aikaisemmin tehtyihin laadunvalvonta- tai kelpoisuuskokeisiin. Koetuloksia pitää olla kaikista betonilta vaadittavista ominaisuuksista.

Betonin aineosien toimitukset on järjestettävä siten, että betonimassan laatu pysyy koko työn tai ainakin yhtäjaksoisen valun ajan tasaisena. Kiviaineksen rakeisuutta ja kosteutta sekä betonimassan notkeutta ja käytettäessä lisähuokostusainetta ilmamäärää on tarkkailtava jatkuvasti. Samoin on annostuslaitteiden tarkkuus selvitettävä jatkuvilla tarkistuksilla. Värierojen välttämiseksi on kaikissa sillan näkyviin jäävissä rakenneosissa käytettävä saman sementtitehtaan samaa sementtilaatua.

Valmistettaessa massaa työmaalla on laborantin oltava valuaikana jatkuvasti paikalla. Lisäainetta käytettäessä on betoniasemalla oltava niiden annostukseen ja sekoitukseen sekä tarvittaviin laitteisiin nerehtynyt henkilö.

Betonimassan notkeus ja raekoostumus on valittava rakenneosan mittojen, muodon ja raudoitustiheyden mukaan. Yleensä on pyrittävä käyttämään niin jäykkää massaa kuin on betonin muotteihin sijoittamisen ja moitteettoman tiivistämisen kannalta mahdollista. Notkeus ja raekoostumus on valittava rakenteen keskimääräisten ominaisuuksien perusteella. Tiheästi raudoitetuissa ja ahtaissa kohdissa on tarpeen vaatiessa käytettävä notkeampaa ja hienorakeisempaa massaa. Erityisesti on huolehdittava, että jänteiden ankkureiden taustat tulevat huolellisesti täytetyiksi ja tiivistetyiksi. Tarvittaessa on käytettävä notkistavaa betonin lisäainetta.

Kanteen kiinteästi kuuluvien reunapalkkien ja muiden suoloille alttiiden rakenneosien betoni on kutistumis-

- 4:42) halkeamien välttämiseksi suhteitettava mahdollisimman jäykäksi. Suoloille alttiissa ja vedenpinnan vaihtelu-alueella sijaitsevilla yms. rakenneosissa on käytettävä lisähuokoistusainetta siten, että suunnitelman edellyttämä suojahuokossuhde tai ilmavesisuhde saavutetaan. (Vrt. kohta 7:5).

Betonin muokkautuvuutta ja tiiveyttä parantavia lisäaineita on syytä käyttää mm. vedenpaineen alaisissa rakenneosissa. Samoin voi tarkoitukseen sopivan lisäaineen käyttö olla edullista vedenalaisessa valussa. Silloin kun betonin kuljetus- ja siirtomatkat ovat pitkiä ja kun käytetään taipuisia telinekannattajia voi sitomista hidastavan lisäaineen käyttö olla tarkoituksenmukaista.

Betonimassan valmistuksessa mahdollisesti syntyvien katkojen varalta on työmaalla oltava kaksi itsenäisesti toimivaa sekoitinta annostus- ja lisälaitteineen, ellei massan saantia ole muuten varmistettu. Valvoja voi joissakin poikkeustapauksissa betonoitavan rakenteen ollessa sen laatuinen, että mahdollisesti sattuvista valukatkoista ei ole sanottavaa haittaa, antaa luvan valun aloittamiseksi ilman em. varmistusta.

Betoni on suhteitettava hyväksyttävää menetelmää käyttäen. Kaikki mahdolliset erikoismassat, joita käytetään esim. valua aloitettaessa, lopetettaessa tai erittäin tiheästi raudoitetuissa osissa on suhteitettava etukäteen. Valmisbetonia käytettäessä on tehtaan antamat tiedot massan koostumuksesta liitettävä betonointipöytäkirjaan.

Silta varalta, että massan valmistuksessa tai kuljetuksessa joudutaan työn aikana tekemään muutoksia valupaikalla tehtyjen muutosten tai havaintojen perusteella, on betoniaseman ja valupaikan välille järjestettävä viestiyhteys.

4:43 Massan kuljetus ja valu muotteihin

Erottuminen on kuljetuksen ja käsittelyn aikana estettävä. Tarvittaessa on käytettävä sopivaa betonin lisäainetta.

Betonityöt on järjestettävä siten, että suunnitelman mukaiset työsaumojen rajoittamat rakenneosat voidaan betonoida yhtäjaksoisesti.

Valu on yleensä aloitettava muotin alimmasta kohdasta. Seinämäisiä rakenteita valettaessa on valukerrokset pyrittävä saamaan vaakasuoriksi. Valmistettaessa betonia työmaalla, on muottien pohjalle tai työsaumaa vasten tulevassa alimmassa kerroksessa käytettävä sementtirikkaampaa - vesisementtisuhde pienennettynä luvulla 0,15 - ja helpommin muokkautuvaa massaa kuin muussa valussa. Ylimmissä kerroksissa n. 1 metrin matkalla on syytä käyttää taas jäykempää massaa, jossa vettä on vähennetty n. 5-10 % sementtimäärän pysyessä ennallaan. Valmisbetonia käytettäessä tulisi em. seikat mahdollisuuksien mukaan ottaa huomioon suhteituksessa.

Valukerroksen paksuus ei yleensä saa ylittää 300 mm. Poikkileikkaukseltaan pieniä pilareita ja ohuehkoja seinäjä valettaessa voidaan valukerroksen paksuutta kuitenkin lisätä aina 500 mm:iin saakka. Tiiviitä muottilevyjä käytettäessä eivät valukerrokset kuitenkaan saa olla 250 mm paksumpia.

Muottien mitoituspaine on aina otettava huomioon valun nousunopeutta määrättäessä. Lisäaineiden, lähinnä hidastimen käytöllä on tässä mielessä ratkaiseva merkitys. Betonimassan valun jälkeistä laskeutumista ja betonin kutistumista ajatellen ei valun nousunopeus saa yleensä ylittää 0,5 metriä tunnissa. Sellaisissa poikkileikkaukseltaan pienissä rakenneosissa, joissa edellä mainituilla seikoilla ei ole sanottavaa haitallista vaikutusta

(4:43) voidaan käyttää kuitenkin suurempaakin nousunopeutta, jos se on otettu muottien mitoituksessa huomioon.

Tiivistämiseen on käytettävä rakenteen mittojen ja raudoituksen tiheyden mukaisesti eri kokoisia sauvatäryttimiä. Tiivistämisen kannalta edullisimman täryttimen valintaan vaikuttaa myös värähdysluku, jonka tulee olla sitä suurempi mitä pienempi on betonimassan maksimiraekoko. Tarpeen vaatiessa on asia ratkaistava työmaalla suoritettavilla kokeilla. Betonivalun yläpinnan tiivistämiseen voidaan käyttää myös tasotärytintä.

Täryttäjän on työskenneltävä järjestelmällisesti, jotta betonimassa tulee joka kohdastaan ja etenkin muottia vasten olevilta osiltaan hyvin tiivistetyksi ja tasalaatuiseksi. On vältettävä betonimassan siirtämistä täryttimellä paikasta toiseen. Tärytys olisi aloitettava muotin reunalta.

Sauvatäryttimen tulee aina tunkeutua aikaisemmin tiivistettyyn valukerrokseen. Tunkeuman tulee yleensä olla n. 150 mm, mutta vesipaineen alaisissa rakenteissa voidaan tunkeumaa lisätä siten, että alempi kerros tulee kokonaisuudessaan toiseen kertaan tärytettyä. Ylimmässä valukerroksessa suoritetaan jälkitärytys n. puoli tuntia ennen sitoutumisen alkamista. Jälkitärytys on lopetettava silloin, kun täryttimen jälki ei enää täysin tasoitu. Kaikissa tapauksissa on jo sitoutumisensa aloittaneen betonin täryttäminen ehdottomasti kielletty. Tämän vuoksi on myös täryttimen koskettaminen raudoitukseen pyrittävä mahdollisuuksien mukaan estämään. Injektointikanaalien vaurioitumista valun aikana on erityisesti varottava.

Käytettäessä betonipumppua on betonimassan suhteitustiedot esitettävä valvojan hyväksyttäväksi ennen valua. Lisäksi tulee massan siirtämisessä muotteihin kiinnittää huomiota seuraaviin seikkoihin:

- (4:43) - betonin siirtoputken sisähalkaisijan on oltava vähintään 100 mm
- alumiiniputkia ei saa käyttää
 - putkiston on oltava mahdollisimman suora
 - karkeana runkoaineena on suositeltavaa käyttää luonnonkiviainesta
 - kiviaineksen maksimiraekoon tulee olla 32 mm, elleivät muut syyt vaadi pienempää raekokoa
 - kutistuman ja halkeilun pienentämiseksi on betoni suhteitettava siten, että hienoainesmäärä on niin pieni kuin se massan pumpattavuuden ja kovettuneelta betonilta vaadittavien ominaisuuksien puolesta on mahdollista. Tarvittaessa voidaan käyttää notkistavia lisäaineita.
 - betonin pumppauksen aiheuttama massan ilmahuokosia vähentävä vaikutus on otettava huomioon, varsinkin jos betonille on asetettu ilmavesi- tai suojahuokosuhdevaatimus
 - betonipumpur käyttöä on vältettävä valettaessa rakenteita, joiden halkeiluvaara on suuri; esimerkiksi jälkivaluissa on käytettävä muita valumenetelmiä.

4:44 Betonointi kylmänä vuodenaikana

Sään kylmenemiseen on betonointisuunnitelmissa varauduttava riittävän aikaisessa vaiheessa. Työmaan lämmityslaitteiden ja suojausten on oltava niin tehokkaat, että ne epäsuotuisissakin olosuhteissa riittävät betonin aineosien, muottien ja valetun betonin lämmittämiseen ja lämpötilan säilyttämiseen.

Veden ja runkoaineen lämmityksessä on noudatettava ohjeen B8 kohdassa 3.6.2 annettuja ohjeita. Betoniveden lämpötilaa on voitava säädellä. Sekoittimeen johtava vesiputki on varmistettava lämpömittarilla. Kiviainesten varastointi, sulatus ja lämmitys on järjestettävä siten, että kosteuden vaihtelut jäävät pieniksi.

(4:44) Betonimassan lämpötilan tulee pysyä ohjeen B8 kohdassa 3.6.2 annettujen arvojen sisällä. Betonimassan lämpötilaa ei saa kuitenkaan nostaa tarpeettoman korkeaksi, vaan on pyrittävä siihen, että massan lämpötila laskee kuljetuksen ja käsittelyn aikana mahdollisimman vähän ja säilyy muotteihin sijoittamisen jälkeen. Betonimassan lämpötilaa on jatkuvasti tarkkailtava betoniasemalla ja valupaikalla. Valetun rakenteen lämpötilan tarkkailemiseksi on rakenteisiin sijoitettava riittävä määrä lämpömittareita tai tarkkailuputkia. (Vrt. 4:55).

Massiivisissa rakenteissa, joissa betonimassan lämpötila voi nousta sallitun lämpötilan yläpuolelle, tulee käyttää hitaasti kovettuvaa sementtiä tai betonin jäähdytys-tä etukäteen laaditun suunnitelman mukaisesti, jotta betonin lujuuskato ja halkeileminen jäävät mahdollisimman vähäisiksi. (Vrt. 4:55).

Erityistä huomiota on kiinnitettävä kallion ja työsaumaan liittyvän betonin lämmittämiseen ja lämpimänä pitämiseen. Perusmaan sulana pitäminen on myös betonoinnin kannalta välttämätöntä. (Vrt. 3:35).

Valetut rakenteet on pidettävä keskeytyksittä lämpiminä - lämpötila $+ 0^{\circ}\text{C}$ yläpuolella -, kunnes lujuuden kehitystä tarkkailemalla on todettu, että betoni on saavuttanut betonointisuunnitelmassa tavoitteeksi asetetun lujuuden.

Jos on aihetta epäillä, että betoni on päässyt jäätymään, on siitä ilmoitettava ensi tilassa valvojalle. Vaurioiden laatu ja laajuus on viipymättä tutkittava sekä laadittava korjaussuunnitelma, joka esitetään valvojalle tarkastettavaksi. Korjaustyö on tehtävä niin pian kuin se suunnitelman ja olosuhteiden puolesta on mahdollista.

Sähkölämmityksen käyttö edellyttää asiantuntijan laatimaa ja valvojan tarkastamaa suunnitelmaa. Rakenteissa, joissa on odotettavissa suuria kutistumisjännityksiä, on

(4:44) menetelmän käyttöä vältettävä. Lankalämmityksessä noudatetaan soveltuvien osin Suomen Rakennusmestariiliiton vuonna 1969 julkaisemia Betonin sähkölämmitysohjeita.

Lämmitys- ja suojaustoimenpiteillä ei saa olla lopputuloksen kannalta vahingollisia tai haitallisia seuraamuksia. Esim. lämmityslaitteita ei saa sijoittaa niin lähelle rakenteita, että liikakuumeneminen vaurioittaa betonipintoja, eikä suojapeitteillä ja niiden tuilla saa aiheuttaa syvennyksiä valettuihin betonipintoihin. Näkyviin jäävien betonipintojen lämmityksestä johtuva nokeentuminen on estettävä. Mahdollisesti nokeentuneet pinnat on puhdistettava. Aivan erityistä huolta on kiinnitettävä lämmityslaitteista alkavien tulipalojen ennakkoehkäisyyn.

Lämmitykseen mahdollisesti aiheuttama lujuuden väheneminen on otettava suhteituksessa huomioon (vrt.4:55).

4:45 Betonointi veden alla

Betoni on suhteitettava niin notkeaksi (1-2⁰VB), että se vaikeuksitta valuu putkien läpi. Yleensä on käytettävä sellaista lisäainetta, joka parantaa työnettävyyttä ja pienentää erottumista. Betonimassasta tehtävien koe-kappaleiden vertailulujuuden on oltava vähintään 5 MN/m² suurempi kuin suunnittelulujuus. Sementtiä on kuitenkin käytettävä vähintään 350 kg/m³.

Valun nousunopeuden on oltava vähintään 300 mm tunnissa. Sitoutumista hidastavaa lisäainetta käytettäessä voidaan kuitenkin käyttää pienempääkin nousunopeutta. Valuputkien läpimitan tulee yleensä olla vähintään 250 mm. Niiden keskinäinen etäisyys saa olla korkeintaan 4 metriä. Laatan paksuuden ollessa alle 2 m putkien väli ei saa kuitenkaan olla suurempi kuin 2 kertaa laatan paksuus. Etäisyyden muotin seinistä tulee olla puolta pienempi. Massan pudotuskorkeuden ts. etäisyyden valuputken yläpäästä massan pintaan tulee olla vähintään 5 m myös valun loppuvaiheissa. Ennen valun aloittamista on tarkastettava, etteivät valuputket vuoda.

(4:45) Valu aloitetaan käyttämällä valuputkessa tulonaa, joka estää veden tunkeutumisen putkeen painuen kuitenkin betonimassan mukana pois. Valun aikana on putken alana pidettävä jatkuvasti betonimassan sisässä n. 0,5 - 1,0 m ja joka tapauksessa niin syvällä, että vesi ei pääse valuputkeen. Betonoiminen on suoritettava yhtäjaksoisesti. Keskeytys ei missään putkessa saa kestää kauemmin kuin 1/2 tuntia.

Suunnitelmaan kuulumattomien työsaumojen teko veden alla betonoitaviin rakenteisiin on aina katsottava suunnitelman muutokseksi.

Edellä esitetyllä "Contractor"-menetelmällä betonoitavat rakenteet on valettava sen verran korkeammiksi, että piirustuksissa esitetyt mitat tulevat täyteen moitteetonta tervettä betonia. Valuputkien ympärille muodostuvat kohoumat on lupa tasoittaa täryttämällä heti valun päätyttyä. Vedenalaisen valun päälle tulevasta työsaumasta on pintakerros poistettava niin syvältä, että täysin moitteeton betoni saavutetaan. Muilta osin on veruslaatan ylimääräinen paksuus poistettava vain, jos siitä on haittaa (vrt. esim. vesioikeuden lupaehdot). Yläpuolisen muotin saa tyhjentää vedestä sen jälkeen, kun betoni on saavuttanut riittävän lujuuden.

Betonointi veden alla voidaan suorittaa myös betoninumpua käyttäen. Tällöin noudatetaan soveltaen "Contractor"-menetelmän yhteydessä annettuja ohjeita. Valuputkinavoidaan käyttää pumppukalustoon kuuluvia läpimitaltaan vähintään 100 mm:n putkia joiden yläpäähän numpun tainuisa kumiletku yhdistetään pikaliittimellä. Kumiletkua siirrettäessä valuputkelta toiselle on letkun alana tyhjentymisen betonista estettävä, jottei betonivaluun pääse ilmaa. Jos rakenteesta puuttuu yläpinnan raudoitus, voidaan valu suorittaa yhdellä valuputkella, jota siirretään valun edistymisen mukaan siten, että putken alana pysyy kaiken aikaa betonin sisässä.

- (4:45) Vedenalainen betonointi saadaan suorittaa myös "Colcrete", "Prepackt" tai muita vastaavia erikoismenettelmiä käyttäen hyväksytyn työsuunnitelman mukaisesti.

4:46 Työsaumat

Pystysuorat työsaumat on valettava muottia vasten. Laudoituksen saa kuitenkin korvata tarkoitukseen sojivalla teräsverkolla. Rakenteen ulkopinnan muottia vasten on tällöinkin käytettävä lautaa, jotta työsauman raja muodostuu säännölliseksi. Verkko ei saa ulottua 30 mm lähemmäksi betonin pintaa. Myös vaakasuorissa työsaumoissa on suoran rajaviivan aikaansaamiseksi käytettävä reunoilla n. 50 mm levyistä lautaa. Valvojan luvalla tai vaatimuksesta voidaan työsaumoissa käyttää kolmiorimaa, vaikkei sitä olisi suunnitelmissa mainittu.

Työsauman muotin saa purkaa niin pian kuin se on mahdollista sitoutunutta betonia vahingoittamatta, yleensä aikaisintaan 2 vrk:n kuluttua valun lopettamisesta edellyttäen, että betoni on normaalisti kovettuvaa. Ellei työsauma rajoitu esim. kutistumiskaistaan, jonka valulle on määrätty tietty aikaväli, on valua pyrittävä jatkamaan niin pian kuin se on muottien purkamisen ja työsauman käsittelyn kannalta mahdollista.

Saumapinnasta, jossa betoni on kovettunut, poistetaan sementtiliima esim. piikkaamalla tai pukkelilla hakkaamalla. Ellei tämä ole mahdollista, on jo ennen työsauman tekoa työsauma varustettava lisäteräksillä ja/tai urilla. Vedenpaineen alaisten rakenteiden työsaumoissa on aina käytettävä valvojan hyväksymää metallilevyä tai saumanauhaa. Työsaumojen paikan tai rakenteen muuttaminen on käsiteltävä suunnitelman muutoksena.

Vaakasuorista työsaumoista saadaan sementtiliima poistaa myös teräsharjalla harjaamalla betonin jäykistyttyä eli

(4:46) normaalisti 8-10 tunnin kuluttua betonoinnista. Irronnut aines poistetaan esim. vesisuihkua ja pehmeää harjaa käyttäen siten, että kiviainekset puhdistuvat.

Työsaumojä käsittelässä on huolehdittava siitä, että sauman reuna jää ehjäksi ja suoraksi. Ennen valun jatkamista on muotit kiristettävä siten, että betonimassa ei pääse tunkeutumaan muotin ja aikaisemmin valetun betonin väliin. Välittömästi ennen valua on saumapinnat puhdistettava huolellisesti, jolloin kaikki irtonaiset kappaleet on poistettava. Työsauman on annettava kastelun jälkeen kuivahtaa ennen betonin valun aloittamista. Vaakasuoran työsauman päältä valua aloitettaessa on käytettävä yleensä sementtirikkaampaa ja helpommin työstettävää betonimassaa kuin muussa valussa (vrt. 4:43). Työsaumaa vastaan tuleva betoni tiivistetään erityisellä huolella.

Valvojan luvalla saa työsaumassa käyttää hidastavaa lisäainetta sisältävää betonia. Tällöinkin on työsauma rajoitettava muotilla siten, ettei synny kuivumiselle alttiita ohuita betonikerroksia. Veden haihtuminen betonimassasta on estettävä esim. peittämällä se tiiviillä muovikalvolla. Betonipinnalle ruiskutettavien tai siveltyvien jälkihoitoaineiden käyttö tähän tarkoitukseen on kielletty. Betonin sitoutumista on hidastettava niin paljon, että jatkettaessa valua saumakohdasta eri ikäiset betonimassat voidaan täryttimellä sekoittaa keskenään. Mahdollisesti kuivamaan päässeet pintakerrokset on työsaumasta poistettava ennen uuden massan panoa tai vanhan täryttämistä. Hidastetun kaistan tulee olla niin pitkän, että täryttäminen työsaumassa ei vahingoita, esim. täryttimen koskiessa teräksiin, jo sitoutunutta normaalia betonia, ja aina vähintään 1,5 m.

4:47 Betonipintojen käsittely ja jälkihoito

Valun yläpinnat on tasoitettava puulla tai koneellisesti hiertäen niin myöhäisessä vaiheessa kuin mahdollista. Jälkeenpäin tehtävää erillistä hiertokerrosta ei sallita. Sementin ja veden käyttö hiertotyön yhteydessä on kielletty. Näkyviin jäävien betonipintojen tasaisuuteen ja oikeaan muotoon on kiinnitettävä erityistä huomiota. Eristyksen alle jääviin betonipintoihin ei saa jäädä vesipusseja eikä teräviä särmiä. Viiden metrin matkalla ei saa esiintyä 12 mm:ä suurempia epätasaisuuksia. Maan alle jäävät rakenteiden yläpinnat, ainakin pohjaveden pinnan yläpuolelle jääviltä osiltaan, on tehtävä n. 1:50 ulospäin kalteviksi ja niin tasaisiksi, ettei vesi jää niiden päälle seisomaan.

Vasta betonoidut pinnat on asianmukaisesti suojattava. Erityisesti on betonipinnan kuivuminen estettävä jo ensimmäisen vuorokauden aikana. Kastelua ei kuitenkaan saa aloittaa, ennenkuin betonin pinta on sitoutunut. Kosteuden haihtuminen voidaan paremmin estää peittämällä pinta tiiviillä suojakalvolla. Voidaan myös käyttää betonipinnalle ennen sitoutumisen alkamista levitettäviä jälkihoitoaineita. Tällaisten aineiden vaikutus sekä betoniin että päälle tuleviin kerroksiin (esim. eristys ja päällyste) on selvitettävä.

Normaaliolosuhteissa on betonipinnat pidettävä kosteina vähintään 7 vrk. Laudoitettuja pintoja ei yleensä tarvitse kastella niin kauan kuin muotit pidetään paikoillaan, ellei lämmitys tai auringonpaiste kuivaa niitä liiaksi. Muottien purkamisen jälkeen mahdollisesti tarpeellinen kastelu voidaan korvata hyväksyttävällä kosteussulkusivelyllä.

4:48 Paikkaus- ja korjaustyöt

Syystä tai toisesta syntyneiden vaurioiden korjaamiseen, pintaviat mukaan luettuna, ei saa ryhtyä ilman valvojan lupaa. Työ on tehtävä hyväksytyn suunnitelman mukaisesti

(4:48) kuhunkin tapaukseen parhaiten soveltuvaa menetelmää käyttäen. Soveltuvin osin on noudatettava RIL:n julkaisemia "Betonin korjaus- ja paikkausohjeita" (RIL 49). Näitä ohjeita on sovellettava myös rakenteisiin jätettyjen aukkojen ja varausten kiinnivaluun. Ns. slammausta ei vaurioiden paikkaamiseen saa käyttää.

Rakenteen lujuuden kannalta tärkeisiin paikkauksiin ja korjauksiin käytettävien aineiden kelpoisuus on todettava työnaikaisilla kokeilla. Tarpeen vaatiessa on tehtävä myös ennakkokokeet oikean suhteituksen varmistamiseksi. Näkyviin jäävien osien paikkauksessa oikean värisävyn löytämiseksi on aina tehtävä ennakkokokeita. Tarkemmat ohjeet kokeista antaa valvoja.

Sillan kannen vesieristyksen alle jäävän betonininnan paikalliset epätasaisuudet saadaan korjata suhteitukseen soveltuvalla betonimassalla, joka on suhteitettava kannen betonin lujuutta vastaavaksi. Paikkaus on suoritettava mikäli mahdollista ejektoimalla mahdollisimman pian betonimassa jäykistymisen jälkeen. Jos betoni on päässyt kovettumaan, on paikattavista kohdista noistettava sementtiliimakerros. Muutenkin on työssä noudatettava soveltuvin osin työsaumoja koskevia ohjeita (vrt. 4:46) paikkausmassan kiinnitarttumisen varmistamiseksi. Samassa yhteydessä saadaan tehdä myös vesieristyksen vaatimat nurkkien ja kulmien pyöristykset.

Veden haihtuminen betonilla paikatusta kohdista on eslettävä tehokkaita kosteussulkuja käyttäen. Lujuuden kannalta tärkeimmät paikkaukset on pidettävä kosteina vähintään 2 viikkoa sekä muut vähintään 1 viikon ajan.

4:49 Tartunta- ja ankkuriterästen kiinnijuottaminen

Terästä varten kallioon tai betoniin poratun tai valuun jätetyn reiän läpimitan tulee olla n. 1,5 kertaa teräksen halkaisija. Tehtäessä työ kuivatyönä on reikä ennen

(4:49) laastilla täyttää puhdistettava paineilmalla, huuhdeltava vedellä ja mikäli mahdollista kuivattava paineilmalla puhaltaen. Täyttäminen on tehtävä injektorilla, jolloin paineletkun pää pidetään täytön aikana reiän pohjalla. Letkua hitaasti ylös nostettaessa jatketaan laastin pumppaamista. Tämän jälkeen painetaan teräksiset paikoilleen. Suoritettaessa kiinnijuottaminen vedenalaisena työnä, on siitä laadittava suunnitelma, joka on esitettävä valvojan hyväksyttäväksi.

Juotoslaastin vesisementtisuhteen on yleensä oltava $=0,50$. Laastissa voidaan käyttää hienoa runkoainesta, mikäli se ei estä terästen työntämistä reiän pohjaan saakka.

Tartuntojen kiinnijuottamiseen voidaan käyttää myös sopivaa epokсилаastia valmistajan ohjeita noudattaen.

Jännitettävien ankkuriterästen injektoinnissa on noudatettava jännitettyjen betonirakenteiden normeja (vrt. myös 4:46).

4:5 B e t o n i n o m i n a i s u u k s i e n t a r k - k a i l u

4:51 Ennakkokokeet

Betonin lujuuden ja muiden ominaisuuksien kannalta oikeiden seossuhteiden määrittämiseksi on tehtävä ennakkokokeet, ellei aikaisemmin samoilla seossuhteilla valmistetusta betonista saatuja koetuloksia ole käytettävissä. Uusien lisäaineiden käyttö samoin kuin pitoisuuksien oleellinen muuttaminen edellyttävät aina ennakkokokeita. Ennakkokokeiden yhteydessä on selvitettävä myös sellaiset betonimassan ominaisuudet, jotka on tarpeen tietää kuljetusta, valua, tiivistämistä yms. harkittaessa.

Puristuslujuuden ennakkokoetus suoritetaan betonirakenteiden valmistusta koskevien ohjeiden B 8 kohdan 4.2.3.1 mukaisesti. Koekappaleet saadaan puristaa aikaisintaan 7 vrk:n ikäisinä, jos käytetään normaalisti kovettuvaa portlandsementtiä. Muissa tapauksissa vaaditaan, että

(4:51) betoni on saavuttanut vähintään 80 % tavoitelujuudesta ennen koekappaleiden puristamista. Koekappaleiden tulee olla kooltaan ja muodoltaan betonin kelnoisuuden toteamista koskevien ohjeiden B 9 mukaisia.

Ennakkokokeet betonin pakkasenkestävyyden varmistamiseksi tehdään julkaisun "Betonin säilyvyys" BY 9 luvun 4 mukaisesti. Ennakkokokeissa määritetään ne betonin ominaisuudet, joille suunnitelmassa on asetettu vaatimuksia. Tehtäessä koekappaleita suojahuokossuhde- ja jäätymislaajenemakokeita varten on massasta määritettävä myös ilmavesisuhde työnaikaisen laadunvalvonnan vertailuperusteeksi.

Betonin muitten ominaisuuksien varmistamiseksi tehdään ennakkokokeet erikseen vaadittaessa. Kokeissa noudetaan virallisen tutkimuslaitoksen tai muun asiantuntijan antamia ohjeita.

Ennakkokokeita tehtäessä ja niiden tuloksia arvosteltaessa on otettava huomioon, että betonimassan ominaisuudet saattavat muuttua kuljetuksen ja muottiinnoan aikana.

4:52 Kelpoisuus- ja laadunvalvontakokeet

Puristuslujuuden toteamiseksi tehdään kelpoisuuskokeet ohjeiden B9 mukaisesti.

Pakkasenkestävyyden toteamiseksi tehdään kelpoisuuskokeet julkaisun "Betonin säilyvyys" BY 9 kohdan 5.2 mukaisesti. Näissä kokeissa on määritettävä ne ominaisuudet, joille suunnitelmassa on asetettu vaatimuksia. Tehtäessä koekappaleita kelpoisuuskokeita varten on samoista annoksista määritettävä myös ilmavesisuhde vertailua varten.

(4:52) Muiden ominaisuuksien kuten vedenpitävyyden toteamiseksi suoritettavista kelpoisuuskokeista määrätään kussakin tapauksessa erikseen.

Kelpoisuuskokeita varten tehtävien koekappaleiden lukumäärä on ohjeen B 9 kohdan 5.1.1 mukainen. Samaan arvosteluerään saa lukea vain ne betonierät, joilla on oleellisilta osiltaan samat aineosat ja seossuhteet.

Lisäainelaaduiltaan ja -pitoisuuksiltaan erilaiset betonit on asetettava eri arvostelueriin. Hidastinta sisältävät betonierät saadaan kuitenkin ottaa samaan arvosteluerään kuin saman lujuusluokan betoni ilman hidastinta, jos kelpoisuuskokeita tehdään sekä normaaleista että hidastinta sisältävistä annoksista.

Arvosteluerät on suunniteltava siten, että ne sisältävät kokonaisia rakenneosia. Lisäksi on otettava huomioon, että vajaalaatuinen betoni on tarpeen tullen helpommin ja taloudellisemmin paikallistettavissa, jos arvosteluerät eivät ole suuria.

Puristuslujuuden määrittämiseksi suoritettavia laadunvalvontakokeita suositellaan tehtäväksi vähintään puolet vastaavien kelpoisuuskokeiden määrästä. Koekappaleita on otettava tiheämmin työn alkuvaiheessa ja aina sen jälkeen kun suhteitusta on muutettu.

Jokaisen valun alussa ja lopussa sekä aina tehtäessä koekappaleita laadunvalvonta- tai kelpoisuuskokeita varten mitataan ^{työmaalla} betonimassan notkeus ja tiheys sekä ilmamäärä, jos betonille on asetettu sitä koskeva vaatimus. Ilmamäärän perusteella määritetään ilmavesisuhde, jota verrataan ennakkokokeiden perusteella saatuun tai suunnitelmassa tavoitteeksi asetettuun arvoon.

Betonin vedenpitävyyden toteamiseksi tehtävistä laadun-

(4:52) valvontakokeista määrätään kussakin tapauksessa erikseen.

4:53 Koekappaleohjelma ja koetulosten analysointi

Betonointisuunnitelmaan kuuluva koekappaleohjelma laaditaan kelpoisuus- ja laadunvalvontakokeista erikseen.

Koekuutioiden lukumäärän laskemista varten merkitään taulukkoon valukohteet betonimäärineen rakenneosittain järjesteltyinä. Kelpoisuuskokeiden koekappaleiden lukumäärä ja tunnukset määrätään etukäteen koko työn osalta. Laadunvalvontakokeissa edetään valukohde kerrallaan. Kelpoisuus- ja laadunvalvontakokeissa ei saa esiintyä samoja tunnuksia.

Puristuslujuuden toteamiseksi tehdyistä kelpoisuuskokeista on laskettava vertailulujuudet ohjeen B 9 kohdan 5.2 mukaisesti, vrt. myös 4.55. Pakkasenkestävyyden osalta todetaan kelpoisuus B Y 9:n kohdan 5.2 mukaisesti. Muis- ta ominaisuuksista sovitaan erikseen.

Laadunvalvontakokeissa on koekappaleiden lujuuksia arvosteltava liukuviissa ryhmissä. Vertailuryhmään on yleensä valittava 6 - 12 viimeistä tarkkailtavaa lujuus- ja laatuluokkaa edustavaa koetulosta. Uusien koetulosten saapuessa jätetään vastaava määrä pois vanhemmasta päästä. Ryhmistä lasketaan hajonta ja vertailulujuus samaan tapaan kuin kelpoisuuskokeista.

Korjattaessa suhteitusta laadunvalvontakokeiden perusteella on koetulosten tarkkuus otettava aina huomioon. Puristuslujuuden osalta on todennäköinen virhe yleensä sitä suurempi, mitä nuorempina koekappaleet nuristetaan.

4:54 Valmisbetonin ominaisuuksien tarkkailu

Koekappaleet betonin kelpoisuuden toteamiseksi tehdään työmaalla. Niiden lukumäärä määräytyy kohdassa 4:53 esi-

(4:54) tettyjen periaatteiden mukaisesti. Ohjeen B9 kohdassa 5.3 mainittu mahdollisuus laskea vertailulujuus työmaakoekappaleiden ja valmistuslaitoksessa tehtyjen koekappaleiden keskiarvojen keskiarvosta edellyttää, että työmaakoekappaleissa epäillyt puutteet todetaan luotettavasti eikä puutteiden syntymistä voida katsoa huolimattomuudella aiheutetuiksi.

Valmisbetonin laadunvalvonnasta vastaa valmistaja ohjeen B 8 kohdassa 4.2 esitettyjä periaatteita ja menettelytapoja noudattaen.

Betonimassan ominaisuuksiin liittyviä laadunvalvontakokeita on tehtävä myös työmaalla tarpeen mukaan. Massan notkeus, tiheys ja ilmamäärä on mitattava jokaisen betonointikerran alkuvaiheessa ja aina koekappaleita tehtäessä. Ilmamäärän mittaus on kuitenkin tarpeen vain silloin, kun ilmamäärälle tai pakkasenkestävyydelle on asetettu vaatimuksia.

4:55 Lujuuden kehityksen tarkkailu

Betonin lujuuden kehitystä on tarkkailtava tekemällä lämpötilahavaintoja rakenteista, jos lämpötilan arvioidaan betonin sitoutumis- tai kovettumisaikana nousevan korkeammaksi kuin $+ 30^{\circ}\text{C}$ tai laskevan alemmaksi kuin $+ 5^{\circ}\text{C}$. Mittauksista on tehtävä yksityiskohtainen suunnitelma, jossa on esitettävä mittareiden sijainti ja havaintovälit. Tehtyjen lämpötilahavaintojen sekä kelpoisuus- ja laadunvalvontakokeiden tulosten perusteella voidaan lujuuden kehitystä arvostella esim. julkaisussa "Betoninormien selityksiä 1969" (RIL 48b) esitetyllä tavalla.

Jos lämpötilamittauksissa havaitaan, että betonin lämpötila on sitoutumisen tai kovettumisen aikana ollut vähintään $+ 30^{\circ}\text{C}$, on betonin todettava menettäneen nuris-

(4:55) tuslujuuttaan kelpoisuuskokeissa normikoekappaleilla saatavaan vertailulujuuteen verrattuna. Ellei tarkempia tutkimustuloksia ole käytettävissä, otaksutaan lujuuskadon olevan 5 %, kun maksimilämpötila on $+30^{\circ}\text{C}$ ja 20 %, kun maksimilämpötila on $+60^{\circ}\text{C}$. Väliarvot interpoloidaan suoraviivaisesti. Lujuuskadon perusteeksi tuleva maksimilämpötila on yhdestä mittauspisteestä saatu suurin havainto. Mittauspisteitä on sijoitettava myös rakenteen massiivisimpiin osiin ja lämpötilahavaintoja on tehtävä vähintään 2 kertaa vuorokaudessa 3 ensimmäisen kovettumisvuorokauden aikana.

Jos betonin kelpoisuuden toteaminen perustuu rakennekokeisiin ohjeen B9 luvun 6 mukaisesti, katsotaan lämpötilan vaikutusten tulevan jo koetuloksissa huomioon otetuksi. Jos betonin maksimilämpötila nousee korkeammaksi kuin $+60^{\circ}\text{C}$, on betonin kelpoisuus todettava rakennekokeilla, ellei työkohtaisesti muusta sovita. Samoin on meneteltävä, jos lämpötilatarkkailu jätetään tekemättä saamatta siihen valvojan lupaa tai lämpötilahavainnot tehdään puutteellisesti tai virheellisesti.

Erikseen määrättäessä tai milloin vaatimus on esitetty normeissa, on muottien ja telineiden purkamisajankohdan tai esijännityshetken määrittämiseksi tehtävä riittävä määrä vähintään 6 kpl rakenteen yhteydessä säilytettäviä koekappaleita. Kerralla puristettavia koekappaleita tulee olla vähintään kolme (3). Nämä merkitään laadunvalvontaa koskevaan koekappaleohjelmaan.

4:6 Jännittäminen ja injektointi

4:61 Suunnitelma

Jännittämisestä ja injektoinnista on laadittava yksityiskohtainen työsuunnitelma. Se on alistettava valvojan hyväksyttäväksi, ellei sen tarkastamisesta ja hyväksymisestä ole toisin määrätty. Samassa yhteydessä on selvitettävä työnjohtohenkilöstö sekä mahdolliset asiantuntijat. Työsuunnitelman pohjana tulee olla sillan suunnittelijan laatima jännittämissuunnitelma. Betonityönjohtajan, joka on vastuussa edellä tarkoitettun työsuunnitelman laatimisesta, on varmistauduttava siitä, että sillan suunnittelija on venymiä ja voimia laskiessaan käyttänyt oikeaa kitka- ja kimmokerrointa sekä ankkurointiliukumaa. Mahdollisesti tarvittava telineiden alaslaskeminen on otettava työsuunnitelmassa huomioon.

4:62 Jännittämistä edeltävät valmistelut

Jännittämisen saa aloittaa vain valvojan luvalla. Jännittämistä edeltävät valmistelut on suoritettava jännitettyjen betonirakenteiden normien (BY 5) ja niiden selitysteoksen (BY 6) mukaisesti.

4:63 Jännittäminen

Jännittäminen on suoritettava ja siitä on tehtävä pöytäkirja jännitettyjen betonirakenteiden normien ja niiden selitysteoksen mukaan.

Jännittämispöytäkirja on tehtävä TVH:n pöytäkirjakäytävöitä n:o 722098, 722099 ja 722100 käyttäen ja se on varustettava työnjohtajan, jännitettyjen rakenteiden betonityönjohtajan ja valvojan nimikirjoituksilla.

Injektointia ja sitä edeltävää kanavien vesihuuhtelua (4:63) ei saa aloittaa eikä uudelleen jännittämistä estäviin toimenpiteisiin ryhtyä, ennenkuin jännittämistyö on hyväksytty.

4:64 Injektointilaasti

Injektointilaastin valmistus ja sillä tehtävät kokeet suoritetaan jännitettyjen betonirakenteiden normien mukaisesti.

4:65 Injektointi

Injektointi suoritetaan jännitettyjen betonirakenteiden normeissa esitetyllä tavalla.

Injektoinnista on pidettävä pöytäkirjaa, johon on merkittävä mm:

- laastin kokoomus
- ennakkokokeiden tulokset
- selvitys kelpoisuuden toteamisesta
- käytetyt sekoitus- ja injektointilaitteet
- maksimipaine injektoitaessa
- ilman, rakenteen ja kylmänä vuodenaikana myös massan lämpötilat
- päivämäärät
- allekirjoitukset ja
- huomautukset.

4:66 Muita ohjeita

Ankkurikolot ja mahdolliset jälki-injektointireiät on paikattava sekä mahdolliset betonointiviatiat korjattava kohdassa 4:48 annettuja ohjeita soveltuvilta osiltaan noudattaen.

Jänneterästen kelpoisuuden toteamista ja asennusta koskevat ohjeet ja määräykset on sisällytetty kohtaan 4:3.

- (4:66) Kiinnitarttuneiden jänneterästen irroituksen saa suorittaa vain valvojan tarkastaman suunnitelman mukaisesti.

4:7 Telineiden ja muottien purkaminen

Muotteja ei ole syytä pyrkiä purkamaan heti betonin saavutettua ohjeen B8 kohdassa 3.3.2 edellytetyn lujuuden, ellei siitä ole työnjärjestelyn kannalta huomattavaa etua. Muotit estävät nimittäin tehokkaasti kosteuden haihtumista betonin pinnasta.

Kantavien telineiden purkamisajankohtaa määrättäessä on betonin keskilujuuden lisäksi kiinnitettävä huomiota myös rakenteen heikoimmin kovettuneisiin kohtiin. Ellei purkamisen ajankohtana esiintyvän kuormituksen ja suunnittelukuormituksen suhdetta sekä rakenteelle telineiden purkamisesta aiheutuvia lisärasituksia tarkemmin selvitetä, on betonin keskilujuuden telineitten purkamishetkellä yleensä oltava vähintään 90 % suunnittelulujuudesta. Hiipumisen vaikutus muodonmuutoksiin on myös otettava huomioon.

Ennen telineitten kantavien osien purkamista on varmistauduttava siitä, että kantavissa rakenneosissa ei ole sellaisia betonointivirheitä tai muita vikoja, jotka voivat olla rakenteen kestävyyskannalta vaarallisia tai jotka on muista syistä korjattava, ennenkuin kantavat telineet poistetaan.

Jännitettyjen rakenteiden kantavat telineet saa purkaa vasta sen jälkeen kun jännittämistyö on hyväksytty. Telineiden ja muottien purkamiseen on aina saatava valvojan lupa. Työ on tehtävä suunnitelmallisesti. Teline-suunnitelmassa mainittuja tai sillan suunnittelijan antamia ohjeita on ehdottomasti noudatettava.

Viimeistelyn yhteydessä on muottilaudoituksen jätteet poistettava, sideteräkset poistettava tai katkaistava.

(4:7) Sideteräksien ympärillä oleva muoviputki voidaan jättää paikoilleen ja reikä täyttämättä betonilla, mikäli siitä reiästä ei ole haittaa esim. vesivuodon muodossa. Reikä peitetään esim. tavallisella korkilla. Sideteräkset, joiden ympärillä ei ole muoviputkea, katkaistaan piikkaamalla 30 mm syvyinen kolo, jonka pinta jätetään karkeaksi. Kolo täytetään muun betonin värisellä betonimassalla. Sidelangat ja naulat on poistettava tarkoin betonipinnoilta. Sellainen täytteenä käytetty solumuovi tms., jonka väri erottuu selvästi betonin väristä tai siitä on muuta haittaa, on poistettava näkyviin jäävistä saumoista.

4:8 B e t o n i p i n t o j e n v e r h o u k s e t

4:81 Tavallinen kiviverhous

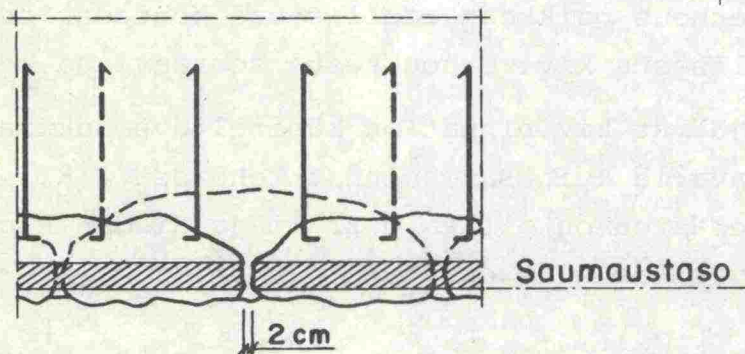
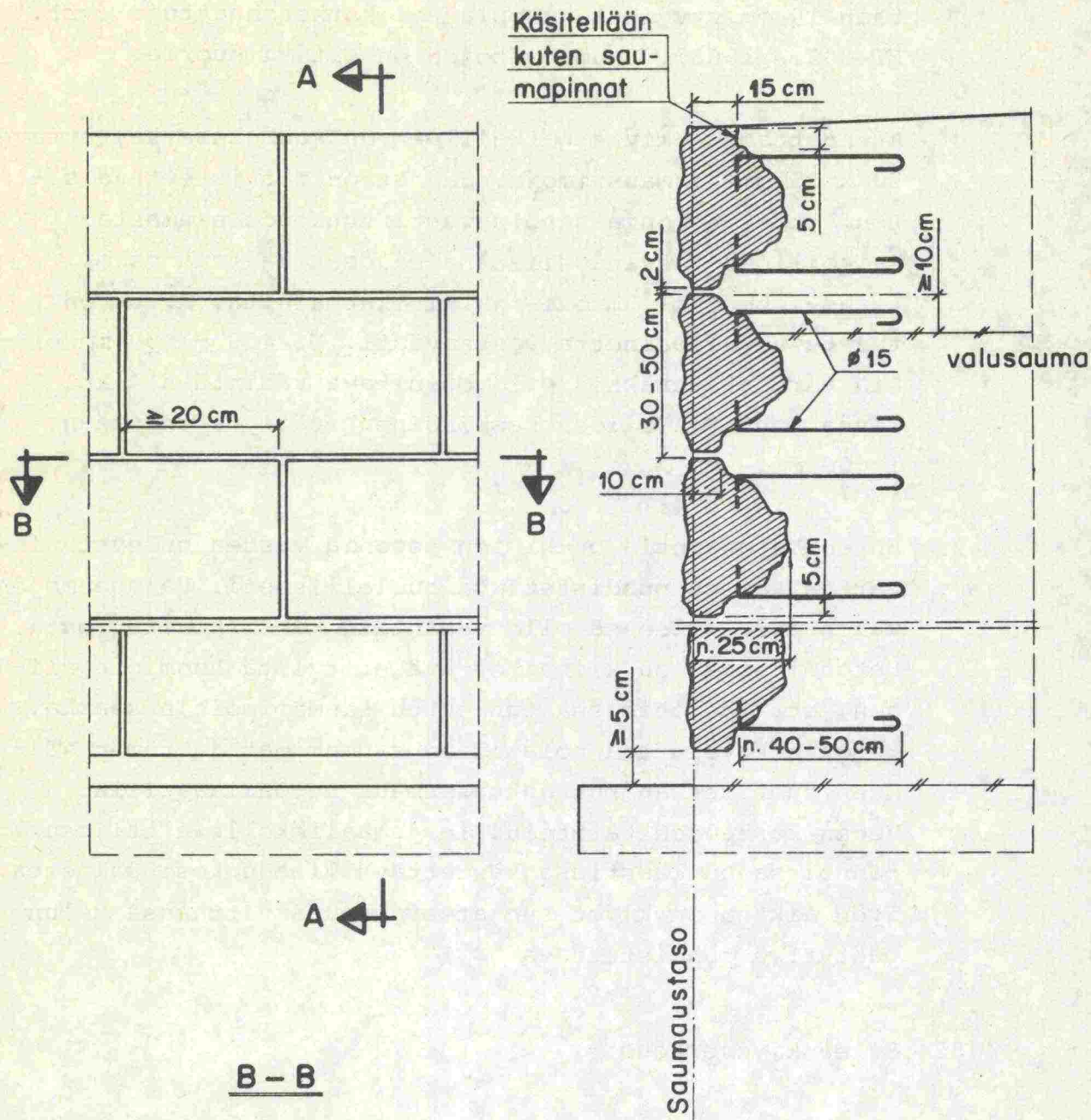
Tavallinen kiviverhous tehdään kuvan n:o 2 mukaisesti, ellei siltasuunnitelmassa ole toisin mainittu. Verhokseen käytettävän kiven tulee olla hyvälaatuista tasaväristä graniittia ja värisävyltään mieluummin vaaleata. Kivien korkeuden tulee olla 300 - 500 mm ja niiden pituuden yhtä suuri tai suurempi kuin niiden korkeus ja vähintään 400 mm. Samaan kerrokseen tulevien kivien korkeudet eivät saa vaihdella enempää kuin ± 5 mm. Pystysaumat on asetettava vähintään 200 mm limittäin. Jos kivet ovat saman mittaisia, on saumat pyrittävä sijoittamaan alemmassa kerroksessa olevien kivien keskikohdalle.

Näkyviin jäävät pinnat saavat olla raakahakattuja, nääsiassa käsittelemättömiä, rosoisia pintoja, joiden reunat ovat samassa tasossa tai noudattavat muuta suunnitelmassa määrättyä muotoa. Em. saumaustason alaruoletle ulottuvia kuopnia ei sallita. Tason yläruoletle kohoavan pinnan, kopin, kohoumat saavat olla enintään 50 mm. Poran jälkiä tms. ei sallita (vrt. RT 302.3/1963).

TAVALLINEN KIVIVERHOUS

1:20

A - A



(4:81) Saumapintojen on oltava hienopiikattuja tai ristipää-tahi pukkelihakattuja, aste I, jolloin sallitaan enintään 10 mm syvyisiä kuoppia tai karkeasahattuja (vrt. RT 302.3/1963). Saumapintojen on oltava suoria.

Asennettaessa kiviä paikoilleen on saumoissa käytettävä 20 x 25 mm saumausrimoja. Saumat on tiivistettävä siten, ettei betonia sanottavasti tunkeudu saumasta. Paikoilleen jäävinä kiiloina saadaan käyttää esim. teräs-, betoni-, muovi- ja kivitukaleita. Kivet on tuettava valupainetta vastaavasti. N. 400 - 500 mm pitkiä tartuntateräksiä \varnothing 15 on oltava vähintään 4 kpl kiveä kohti ja niiden keskinäinen etäisyys enintään 1 000 mm.

Ennen betonointia on kivien betonia vasten tulevat pinnat ja saumat puhdistettava huolellisesti. Valusaumojen välin tulee yleensä olla vähintään kaksi kivikerrosta. Betonoinnissa on kiinnitettävä erityistä huomiota siihen, että betonimassa tunkeutuu saumarimoihin saakka. Betonin kovetuttua poistetaan saumarimat ja tämän jälkeen suoritetaan puhtaaksisaumaus betonilaastilla. Veden korkeuden vaihteluille ja aallokolle alttiissa pinnoissa on laastissa käytettävä lisähuokostusainetta. Työn aikana on kivet suojattava ja tarvittaessa valun päätyttyä puhdistettava.

4:82 Sileä kiviverhous

Sileä kiviverhous poikkeaa edellisessä kohdassa selostetusta tavallisesta kiviverhouksesta seuraavissa kohdissa:

- Näkyviin jäävät kivipinnat on käsiteltävä hakkaamalla samalla tavalla kuin saumapinnat kohdassa 4:81.
- Tartuntaterästen on oltava \varnothing 22 mm ja niiden keskinäinen etäisyys saa olla enintään 500 mm.

4:83 Muut verhoukset

Mahdolliset muut verhoukset esitetään suunnitelmassa.

4:84 Muita ohjeita

Virtapilareiden kiviverhotut jäänsärkijät voidaan nilaria betonoitaessa erottaa työsaumalla muusta rakenteesta ja valaa jälkeenpäin kiviverhouspiirustuksen osoittamalla tavalla kerroksittain. Työsaumojen käsittelyssä on noudatettava kohdassa 4:46 annettuja ohjeita. Työsaumojen paikat määrää valvoja, ellei niitä ole merkitty piirustuksiin.

4:9 Elementtirakenteet

Elementtirakenteiden osalta noudatetaan erikseen julkaistua sillanrakennustöiden yleisen työselityksen osaa "Elementtirakenteiden yleinen työselitys 1978".

5: TERÄSRAKENTEET

5:1 Yleistä

5:11 Suunnitelmat

Siltasuunnitelmassa esitetään yleensä teräsrakenteiden valmistusta ajatellen vain kokoonpanopiirustukset. Kaikkien osien tarkat mitat ja ainevaatimukset esitetään mainituissa piirustuksissa ja/tai osaluetteloissa. Valmistajan asiana on laatia mahdollisesti tarvitsemansa osapiirustukset.

Valmistajan on laadittava yksityiskohtainen asennussuunnitelma ja esitettävä se hyväksyttäväksi ennen asennustyöhön tai sen valmisteluihin ryhtymistä.

5:12 Toleranssit

Sellaiset mittatoleranssit, joita siltasuunnitelmassa tai yleisessä työselityksessä ei anneta, on valmistajan itsensä määritettävä. Osien mittatarkkuus on valittava rakenteen lujuuden, toiminnan ja kokonaismittojen asettamien vaatimusten mukaisesti.

Niiden mittatoleranssien osalta, joita ei muuten ole määritetty, noudatetaan soveltuvin osin SFS 3200 "Teräsrakenteiden suunnitteluchjeet" kohtien 4.27 ja 4.46 ohjeita.

5:13 Normit

Työssä on suunnitelman ja yleisen työselityksen ohella noudatettava suomalaisia normeja ja standardeja. Näiden puuttuessa käytetään soveltuvia ulkomaisia määräyksiä, joista on kuitenkin sovittava kussakin tapauksessa erikseen.

5:2 T e r ä s a i n e e t

5:21 Yleiset laatua ja valmistusta koskevat vaatimukset

Laatuvaatimukset ovat jäljempänä mainituin poikkeuksin sen normin mukaiset, jonka mukainen on laatumerkintä piirustuksessa. Siltasuunnitelmassa ja/tai muissa asiakirjoissa voidaan kuitenkin aineiden laatuvaatimuksista määrätä toisinkin.

Hitsattaviin rakenteisiin tarkoitetun teräksen tulee olla tiivistettyä. Normaalien rakenneteräslaatujen lisäksi voidaan kantaviin rakenteisiin käyttää myös ns. säänkestävää terästä edellyttäen, että rakenteen käyttöolosuhteet ovat kyseiselle teräslaadulle sopivat.

Teräksen pinnan laatu tulee olla käyttötarkoitus huomioon otettuna riittävän hyvä. Teräksissä ei saa esiintyä kerroksellisuutta, säröjä eikä haitallisia epätasaisuuksia.

5:22 Kelpoisuuden toteaminen

1. Yleistä

Ennen työn aloittamista on teräsaineiden käyttökelpoisuus osoitettava tehtaan ainestodistuksilla ja mahdollisilla lisäkokeilla. Lähetysten tulee olla siten eritelty, että lähetysasiakirjojen ja teräskappaleisiin tehtyjen merkintöjen perusteella voidaan yksikäsitteisesti todeta, mitä sulatusta mikin kappale on. Puutteellisesti merkityt kappaleet voidaan hylätä tai vaatia niistä jokainen erikseen kokeiltavaksi.

Ellei suunnitelmassa muuta vaadita, tulee kantaviin rakenteisiin käytettävistä teräksistä esittää SFS 3:n mukainen ainestodistus 2V. Merkitykseltään vähäisiin rakenteisiin tai niiden osiin käytettävien terästankojen kelpoisuus voidaan todeta myös tunnusvärien avulla.

2. Lisäkokeiden ottaminen

Jos teräs ei ainestodistusten perusteella täytä sille asetettuja vaatimuksia, terästen merkinnät ovat puutteellisia tai suunnitelmassa on erikseen vaadittu, otetaan teräksistä normien tai muiden työssä noudatettavien asiakirjojen edellyttämä määrä lisäkokeita. Koevarat on tällöin tilattava ylipituuksina. Erillisiä koepaloja ei hyväksytä. Myös valukappaleissa on koevarat otettava huomioon.

Koekappaleet merkitään valvojan läsnäollessa ja varustetaan hänen määräämällään tunnuksella. Valmistaja saa irrottaa koekappaleet ja työstää niistä normien mukaiset koesauvat. Kokeet on suoritettava virallisessa tutkimuslaitoksessa tai valvojan läsnäollessa muualla edellyttäen kuitenkin, että v.m. tapauksessa käytettävistä laitteista voidaan esittää viralliset vakaustodistukset.

(5:22) Yleensä suoritetaan vastaanottokokeita normeissa ilmoitettu määrä. Erityisistä syistä saattaa kuitenkin suurempikin koemäärä osoittautua tarpeelliseksi, esim. jos toimituserän tasalaatuisuutta on aihetta epäillä. Nii-
teillä ja ruuveilla ym. erikoisosilla suoritettavien kokeiden lukumäärä määrätään kussakin tapauksessa erikseen.

On varauduttava siihen, että levy- ja muototeräksillä voidaan tehdä seuraavat lisäkokeet:

- vetokoe
- taivutuskoe
- iskukoe, mikäli normeissa tai muissa asiakirjoissa on esitetty iskusitkeysvaatimus
- spektraali- tai Quantovacanalyysi jokaisesta vetokkeen koesauvasta, samasta levystä kuitenkin vain yksi ja samasta sulatuksesta enintään kolme koetta sekä
- hitsausmenetelmäkoe, jos normeissa tai muissa asiakirjoissa niin määrätään.

5:23 Kokeiden suoritus ja tuloksille asetettavat vaatimukset

Kokeet suoritetaan suomalaisten standardien tai DIN- tai SIS-normein mukaisesti, ellei toisin sovita.

Spektraali- tai Quantovacanalyysissä on todettava ainakin seuraavat alkuaineet: C, Si, Mn, S, P, Cr, Cu, Al, V ja Ti. Typpi (N) määrätään märkäänalyysinä pistokokein, jos normeissa on ilmoitettu sille sallittu enimmäismäärä.

Mikäli jokin kokeista ei anna hyväksyttävää tulosta, suoritetaan kaksi uutta koetta eri kappaleista. Molempien uusintakokeiden tulee täyttää vaatimukset. Kappale, josta on saatu vaatimukset alittavia tuloksia hylätään, vaikka muu erä hyväksyttäisiinkin uusintakokeiden perusteella. Siinä tapauksessa, että on perusteltua syytä otaksua ensimmäisen kokeen olleen virheellisen, voi tämän uusiminen samasta kappaleesta tulla kysymykseen.

5:3 Konepaja- ja asennustyötä koskevia määräyksiä

5:31 Uloslyönti, oikaisu ja leikkaus

Osia mitattaessa on otettava huomioon mittanauhan lämpötila- ja ominaiskorjaukset. Ellei toisin mainita, annetaan piirustuksissa mitat teoreettisessa asennuslämpötilassa $+20^{\circ}\text{C}$. Hitsauksen aiheuttamaa kutistumista ei ole otettu huomioon piirustuksissa, ellei siitä ole erikseen mainittu. Kutistumisvara on määrättävä kokemusperäisesti.

Oikaisu ja leikkaus on suoritettava siten, että osiin ei synny raitallisia jännityksiä tai lujuutta heikentäviä lovia.

5:32 Niittaus

Reikiä porattaessa tai kalvettaessa on osat kiinnitettävä toisiinsa liikkurattomasti. Niitatuissa rakenteissa on kiinnityshitsien käyttö kielletty. Ennen niittausta on vastakkain tulevat pinnat puhdistettava ja maalattava kertaalleen pohjamaalilla.

5:33 Hitsaus

Hitsaustyötä saavat suorittaa vain ammattitaitoiset, hitsauskokeen hyväksyttävästi suorittaneet hitsaajat. Eri-tyisesti automaattisten hitsauskojeiden käyttäjien tulee olla ammattitaitoisia. Vain valvojan luvalla saa toisarvoisten saumojen hitsauksessa käyttää hitsaajia, jotka eivät ole suorittaneet 4. tai sitä paremman luokan koe-hitsausta. Työntekijöiden luokkaselvitykset on pidettävä jatkuvasti ajan tasalla.

Hitsauspaikan tulee olla suojattu sateelta, lumelta ja tuulelta. Työkappaleen tai ympäröivän ilman lämpötilan ollessa alle -5°C ei hitsausta saa suorittaa ilman valvojan lupaa. Edellytyksenä luvan saamiselle on, että hit-

(5:33) sauspaikka ympäröidään kokonaan tai osittain sucjuksella, käytetään esilämmitystä tai ryhdytään muihin tarpeellisiin toimenpiteisiin. Joka säällä on huolehdittava siitä, että silloitettava tai hitsattava sauma on hitsauksen aikana kuiva ja phdas ja että käytettävät puikot ovat kuivia. Hitsaus on suoritettava siten, että hitsauksesta aiheutuvat jännitykset jäävät mahdollisimman pieniksi.

Hitsauspuikot on valittava perusaineeseen ja työhön soveltuvasti. Ohuiden puikkojen käyttöä on vältettävä, jos karkenemista on odotettavissa olosuhteiden, ainepaksuuksien ja/tai aineen lujuuden johdosta.

Kaikki hitsit tarkastetaan silmämääräisesti. Päätteisliitoksista otetaan röntgenkuvia. Ellei suunnitelmassa joittenkin saumojen osalta määrätä täydellistä kuvausta, suoritetaan pistokoekuvaus standardin SFS 2373 mukaan siten, että n. 10 % hitseistä tulee kuvatuiksi.

Röntgenkuvat arvostellaan IIW-(International Institute of Welding) luokittelun mukaan. Siltarakenteissa vaaditaan vähintään luokka 4 eli sininen. Hitsikuvun tulee olla tasainen ja sileä. Haitalliset epätasaisuudet on korjattava hiomalla. Pienahitsien tulee olla tasakylkisiä, ellei piirustuksissa toisin mainita.

Tie- ja vesirakennushallituksen luvalla voidaan röntgenkuvaus korvata ultraääni- tms. tutkimuksella.

5:34 Kitkaliitokset

Työssä noudatetaan soveltuvin osin SFS-standardin 3200 "Teräsrakenteiden suunnitteluchjeet 1974" kohdan 4.33 ohjeita.

Liitospinnat on yleensä aina hiekkapuhallettava. Puhdis-

(5:34) tusasteen tulee olla Sa2 tai sitä parempi ruotsalaisen standardin SIS 055900 luokituksen mukaan C114 ja rasva on poistettava liuottimilla ennen hiekkapuhallusta. Valvojan luvalla saadaan pienemmät ja vähemmän rasitetut liitokset puhdistaa teräsraepuhalluksella tai liekkiharavalla. Öljyn ja rasvan lisäksi on myös maali poistettava liuottimilla ennen liekkikäsittelyä.

Pultin reikiä ei siltarakenteissa saa tehdä puristamalla ellei erikseen selvitetä menetelmän soveltuvuutta. Momenttiavaimet on virallisesti kalibroitava käytettävillä vääntömomentin arvoilla. Vertaileva tarkistaminen on suoritettava päivittäin.

Paineilmalla toimivien kiristyslaitteiden asetusarvot on määrättävä virallisessa tutkimuslaitoksessa suoritettavilla kokeilla, joissa käytetään rakenteeseen tulevia pultteja ja mitataan suoraan niiden venymä ja sitä kautta esijännitysvoima. Tällainen määritys on tehtävä aina työn alussa ja tämän jälkeen vähintään kerran vuodessa. Päivittäin tarkistetaan em. laitteilla kiristettyjen pulttien (vähintään 3 kpl) kireys kalibroidulla momenttiavaimella.

Kitkaliitosta ei saa panna kiinni, ennenkuin valvoja on tarkistanut, että kosketuspinnat on käsitelty määräysten mukaisesti. Myös pulttien esijännitystä tarkistettaessa tulee valvojan olla läsnä.

5:35 Kuljetus ja asennus

Kuljetusta varten on rakenneosat tuettava ja suojattava siten, ettei niihin aiheudu haitallisia muodonmuutoksia ja etteivät ne likaannu sillä tavalla, ettei niitä voida täydellisesti puhdistaa.

Osia siirrettäessä on tarkoin harkittava, mihin kohtiin nosto- tai tukilaitteet kiinnitetään. Nostolenkien kiinnittämiseen ja lisäreikien tekemiseen on saatava työnvalvojan lupa. Edellytyksenä on, että toimenpiteet eivät heikennä rakenteen lujuutta. Kiinnityshitsien jäljet on aina hiottava tasaisiksi.

(5:35) Työmaalla hitsattavat saumat on ilmoitettu suunnitelmassa. Suunnitelmasta poikkeavia hitsauksia saa suorittaa vain tie- ja vesirakennushallituksen luvalla. Luvan saaminen edellyttää mm., että olosuhteet hitsattaessa ovat kohdan 5:33 mukaiset.

(5:35) Ellei asiasta toisin sovita, on rakenne koeasennettava joko tehtaalla tai siltapaikan läheisyydessä ennen lopullista paikoilleen panoa. Liitokset on pyrittävä sovittamaan tässä vaiheessa lopulliseen asentoonsa, jolloin niitin- tai pultinreiät voidaan porata lopulliseen kokoonsa. Joka tapauksessa on osia paikoilleen asennettaessa huolehdittava siitä, että rakenteisiin ei jatkosten kohdille muodostu taitteita eikä niihin synny jännityksiä, joita suunnitelmassa ei ole otettu huomioon.

Jos osat on puhdistettu ja pohjamaalattu ennen asennusta, on maalauksen rikkoutumista työn aikana varottava. Maalattujen osien upottaminen pitemmäksi ajaksi suolattomaan veteen ja lyhytaikainenkin kastaminen meriveteen tai teollisuuden jätevesiä sisältävään veteen on kielletty. Punottuja teräsköyksiä ei saa upottaa puhtaaseen veteen.

5:4 P u h d i s t u s

5:41 Yleistä

Tätä työselityksen kohtaa on noudatettava puhdistettaessa uusia teräsrakenteita maalausta, kuumasinkitystä tai muuta korroosionsuojausta varten sekä kitkaliitosten kosketuspintoja käsiteltäessä. Vanhoja rakenteita puhdistettaessa on määräyksiä noudatettava soveltuvin osin.

5:42 Rasvan poisto

Ensimmäisessä vaiheessa poistetaan rasvat, öljyt, ym. niihin verrattavat epäpuhtaudet, joko orgaanisilla liuottimilla tai ko. aineisiin vaikuttavilla pesuaineilla. (Vrt. myös kohta 5:34)

5:43 Hiekkapuhallus

Kaikki maalattavat pinnat on puhdistettava ennen maalausta hiekkapuhaltamalla. Paksumpien ruostekerrosten irrottamisessa tulee lisäksi käyttää apuna ruostehakkua ja kaavinta. Mikäli joidenkin yksityisten osien hiekkapuhaltaminen on erityisen vaikeasti järjestettävissä, voidaan sallia käytettäväksi myös liekipuhdistusta ja teräsharjausta jäljempänä esitetyin vaatimuksin.

Puhalluksessa käytetään kuivaa, puhdasta hiekkaa, jonka raekoko on n. 1 mm maksimiraekoon ollessa 1,5 mm.

Puhdistusasteen vertailussa käytetään SIS 055900:n (IVA) mukaista asteikkoa. Puhdistustyön tarkkuus todetaan välittömästi ennen maalaustyön aloittamista vertaamalla puhdistettua pintaa em. normissa esitettyihin valokuviin. Mikäli osapuolet pitävät tätä vertailutapaa liian tulkinvaraisena, voidaan puhdistaa yksi tai useampia n. 50 x 50 cm² kokoisia teräslevyjä vertailupinnoiksi. Vertailulevyt on säilytettävä kuivassa ja lämpimässä huonetilassa, jossa ruostumista ei tapahdu. Tarpeen vaatiessa on tehtävä uudet vertailupinnat.

Teräspintojen ruosteenpoistoaste riippuu oleellisesti teräspinnan ruostumisasteesta ja käytettävästä maalityypistä. Puhdistusasteen ja tavan määrittelee työnvalvoja käytettävät maalit valmistaneen tehtaan suosituksen perusteella. Alempaa puhdistusastetta kuin Sa 2 ei siltarakenteissa kuitenkaan hyväksytä.

Jo maalattuja pintoja on varottava vahingoittamasta hiekkapuhalluksella. Samoin on estettävä puhallushiekan lentäminen vastamaalatuille pinnoille.

Hiekkapuhalluksen veroiseksi katsotaan puhallus teräs- tai vastaavilla muilla kestävillä rakeilla.

Säänkestävästä teräksestä tehdyt rakenteet jätetään yleensä maalaamatta. Tällöin ne on käsiteltävä kevyellä hiekkapuhalluksella teräksen pinnan tasaisen värisävyn varmistamiseksi. Jos säänkestävästä teräksestä tehty rakenne jätetään maalaamatta, on alapuoliset betonirakenteet tarvittaessa suojattava teräksestä työn aikana irtoavasta "ruostehilseeltä".

5:44 Liekkipuhdistus

Tämän puhdistusmenetelmän käyttö on rajoitettu (Vrt. kohta 5:45).

Puhdistus tapahtuu happi-asetyleeniliekillä sopivaa poltinta käyttäen. Suositeltava happiylimäärä on n. 30 %. Liekillä puhdistettaessa on erityisesti varotettava, ettei kuumuus vahingoita puhdistettavaa rakennetta.

Polttimien kuljetusnopeus ja käsittelykertojen lukumäärä on valittava puhdistettavien kappaleiden koon ja ruostumisasteen mukaan. Paksujen ruostekerrosten poistamisessa tulee käyttää lisäksi ruostehakkua ja kaavinta. Jätteet poistetaan teräsharjalla, kitkaliitoksissa pehmeällä teräsharjalla tai sitä vastaavalla. Huolellisesti suoritettua liekkipuhalluksen voidaan katsoa vastaavan puhdistusastetta Sa 2.

Liekkipuhdistuksen jälkeen ei maalausta saa suorittaa yleensä lämpimämmälle pinnalle kuin $+70^{\circ}\text{C}$. Erikoismaaleja käytettäessä on syytä neuvotella lämpötilasta maalin valmistajan kanssa.

5:45 Teräsharjaus

Tätä puhdistusmenetelmää saadaan erikoisluvalla yksinään käyttää vain poikkeustapauksessa, jos hiekkapuhallusta tai liekkipuhallusta ei ole mahdollista suorittaa. Sen sijaan hiekkapuhalluksen jälkeen syntynyt ns. lentoruoste saadaan yleensä poistaa teräsharjalla.

(5:45) Teräsharjaus on suoritettava mahdollisimman perusteellisesti. Puhdistusaste on St 3. Teräsharjauksen yhteydessä on mahdollinen valssihilse poistettava muilla menetelmillä.

5:46 Kemiaallinen ruosteen poisto

Ns. ruosteen muuttajien käyttö on sallittua vain tie- ja vesirakennushallituksen luvalla. Menetelmää voidaan käyttää vain sellaisissa kohteissa, joiden puhdistaminen muilla menetelmillä tuottaa kohtuuttomia hankaluuksia ja kustannuksia. Tapahtuvaa kemiallista reaktiota on voitava hallita myös kysymykseen tulevilla työmaolosuhteissa. Ennen maalausta on käsitelty pinta puhdistettava huolellisesti terästä ja maalikalvoa vahingoittavista jätteistä.

5:47 Puhdistetun pinnan säilyminen ja suojaaminen

Puhdistus- ja maalaustyö on niin ajoitettava, että ulkona poutasäällä voidaan maalata puhdistetut pinnat 8 tunnin kuluessa puhdistamisesta. Kuivissa sisätiloissa voidaan sallia pitempikin aika, ei kuitenkaan enempää kuin 24 tuntia. Joka tapauksessa on pohjamaalaus suoritettava ennenkuin näkyvää ruosteen muodostumista on havaittavissa.

Kitkaliitosten osalta noudatetaan niitä koskevia määräyksiä.

5:5 M a a l a u s

5:51 Maaliaineet ja kerrospaksuudet

Työssä on käytettävä hyväksyttäviä maali- ja kittiaineita. Tarpeen vaatiessa on niiden laadun ja käyttökelpoisuuden selvittämiseksi suoritettava kokeita. Maaliyhdistelmällä tarkoitetaan kaikkien tietyn kohteen suojaukseen kuuluvien maalien muodostamaa kokonaisuutta. Maaliyhdistelmää valittaessa on otettava huomioon:

1) maalityyppien soveltuvuus siltamaalaukseen (kostea ilma, pohjamaalin säänkestävyys, ym.), 2) kaikkien maalikerrosten soveltuvuus käytettäväksi päällekkäin (liuotuskyky, kuivuminen, kiinnitarttuminen ym.). Yleensä pidetään suotavana, että käytetään saman valmistajan maaleja kaikissa kerroksissa. Ehdotetun maaliyhdistelmän hyväksymiseen vaikuttavat aikaisemmat kokemukset sekä luotettavat tutkimustulokset ja selostukset maalien koostumuksesta ja vaikutustavasta.

(5:51) Maaliyhdistelmän eri kerrosten tulee värisävyltään poiketa toisistaan työn valvonnan helpottamiseksi.

Maalauksen kokonaiskalvonpaksuusvaatimus riippuu mm. paikallisista olosuhteista ja käytettävästä maaliyhdistelmästä. Yleensä on kuivan maalikalvon kokonaispaksuuden oltava $\geq 140 \mu\text{m}$.

Maaliyhdistelmään kuuluvien yhtenäisten maalikerrosten lisäksi suoritetaan helposti ruostuvien kohtien vahvistaminen. Tällaisia kohtia ovat nurkat, kulmat, vaapaat reunat ja hitsisaumat sekä niittien ja pulttien kannat. Nämä kohdat on siveltyävä ohentamattomalla pohjamaalilla. Työ soveltuu yleensä tehtäväksi ns. paikamaalauksen yhteydessä. Kitkaliitoksissa on vahvistaminen suoritettava kuitenkin välittömästi kiristämisen jälkeen.

Raot, jotka eivät peity maalilla, kitataan. Kitin tulee olla erityisesti ko. tarkoitukseen soveltuva (mm. sopivaa käytettäväksi valittujen maalilaatujen kanssa).

Niitti- ja sovitepulttiliitoksissa maalataan vastakain tulevat pinnat kertaalleen pohjamaalilla. Kitkaliitoksien kosketuspinnat on suojattava huolellisesti maalaustyön aikana.

5:52 Maalaustyö

Maalattavan pinnan tulee olla puhdas ja kuiva. Erityisesti on varottava kasteesta tai kuurasta märkien pintojen maalaamista. Puhallushiekan jätteet ym. roskat on poistettava tarkoin pölynimurilla tai muulla tehok-
(5:52) kaalla tavalla. Pinnan lämpötilan tulee olla maalityypille sopiva.

Maaliyhdistelmän eri kalvot on levitettävä joko sivelemällä tai sivuilmaton korkeapaineruiskutusta käyttäen. Ruiskumaalauksessa on tarkoin otettava huomioon maalien myrkyllisyys ym. seikat.

Maalaustyötä saadaan suorittaa vain poutasäällä tai kuivassa tilassa. Ilman ja maalattavan kappaleen lämpötilan tulee yleensä olla $\geq +5^{\circ}\text{C}$ sekä ilman suhteellisen kosteuden $\leq 80\%$. Maalien valmistajan antamia ohjeita maalausolosuhteista on noudatettava.

Suhteellinen kosteus on tarkistettava maalaustyön aikana joka päivä ja lisäksi päivittäin säänvaihteluista riippuvan tarpeen mukaan joko tiedustelemalla lähimmältä säähavaintoasemalta tai käyttäen työmaaolosuhteisiin sopivaa ilman suhteellisen kosteuden mittauslaitetta, psykometriä.

Maaliaineita ei yleensä saa ohentaa. Tarpeen vaatiessa voidaan kuitenkin hyväksyä ohentimen käyttö maalin valmistajan suosittelemassa suhteessa. On suotavaa, että maalin menekistä neuvotellaan valmistajan kanssa ja että sitä työn aikana jatkuvasti tarkkaillaan. Pohjamaalaus voidaan suorittaa joko tehtaalla tai siltapaikalla. Mikäli teräsrakenne joutuu esim. asennustyön johdosta olemaan pitemmän aikaa ilman peitemaalia, on käytettävä ns. säänkestävää pohjamaalia.

Asennustyön ja kuljetuksen aikana naarmuuntuneet kohdat on puhdistettava ja paikkamaalattava huolellisesti. Pohjamaalaus on suojattava mahdollisimman pian peitemaalilla.

5:53 Maalaussuunnitelma ja tarkastukset

Hyvissä ajoin ennen työn aloittamista on laadittava suunnitelma maalaustyöstä. Suunnitelmasta tulee käydä ilmi mm.:

- käytettävät maaliaineet
- puhdistustyön suoritustapa ja -paikat
- maalaustyön suoritustavat ja -paikat sekä käytettävät välineet ja laitteet ja
- aikataulu sekä selvitys sen soveltuvuudesta konepajatyön ja asennuksen edistymiseen.

Maalaustyötä ei saa aloittaa, ennenkuin valvoja on tarkastanut ja hyväksynyt pinnan puhdistuksen. Aina ennen uuden maalikerroksen levittämistä on valvojan tarkastettava ja hyväksyttävä edellinen maalikerros, samoin paikkaus- ja vahvistussivelyt.

Ilman lämpötilasta ja suhteellisesta kosteudesta on tehtävä päivittäin merkinnät työpäiväkirjaan, samoin suoritetuista tarkastuksista.

Edellä ilmoitetut maalikalvon paksuudet tarkoittavat arvoja, jotka voidaan mitata sähköisellä maalikalvon paksuuden mittauslaitteella, elcometrillä tai muulla magneettisella mittarilla lopullisesta rakenteesta. Mitattaessa tulee maalikalvon olla kuiva. Mittauksessa voidaan käyttää myös muita valvojan hyväksymiä mittauslaitteita ja -menetelmiä.

5:6 S i n k i t y s

5:61 Kuumasinkitys

Teräsrakenteiden ja -laitteiden kuumasinkityksessä noudatetaan soveltuvien osien standardia SFS 2765. Sinkkipinnoitteen paksuuden tulee täyttää seuraavat vähimmäisvaatimukset:

(5:61)

Ainevahvuus	Pinnoitteet	paksuus
0 - 1 mm	Zrk 350	50 μm
1 - 5 mm	Zrk 420	60 μm
> 5 mm	Zrk 500	70 μm

Ruuveissa ja muttereissa, joiden $\varnothing > 9$ mm tulee sinkkipinnoitteen paksuuden olla ZnK 375 (55 μm). Tätä ohuempien ruuvien ja muttereiden tulee olla ruostumattomasta teräksestä. Sinkittyjä osia ei saa hitsata. Reiät ja leikkauspinnat, jotka rikkovat kuumasinkityksen, on pinnoitettava ruiskusinkityksellä (Metco-ruiskutus tai vastaava), muulla hyväksyttävällä kylmäsinkitysmenetelmällä tai syklokautsusideaineisella sinkkipölymaalilla. Pinnoitteen paksuuden tulee olla vähintään sama kuin kuumasinkityksen.

5:62 Muut sinkitysmenetelmät

Ruiskusinkityksen ja elektrolyyttisen sinkkipinnoitteen käyttö edellyttää hyväksyttyä sinkityssuunnitelmaa.

5:63 Muita määräyksiä

Betonin sisään valettavat teräsrakenteiden osat yleensä saa sinkitä. Rakenneosat, joiden tartunnalla betoniin on suuri merkitys, tulee jättää betonin sisään jääviltä osiltaan kuitenkin sinkitsemättä. Rajakohdassa on sinkitys ulotettava n. 5 cm betonin sisään.

Sinkittyjä osia ei saa hitsata eikä työstää, ellei se ole suunnitelman mukaan välttämätöntä. Vioittunut pinta on korjattava SFS 2765 kohdan 10 mukaisesti.

5:65 Sinkityn pinnan maalaaminen

Jos sinkitys näkyvissä pinnoissa, esim. kaiteissa, tulee väriltään haitallisen epätasaiseksi tai ruostuminen on alkanut, on nämä pinnat maalattava kuitenkin ottaen huomioon, mitä teräsjohteen pintakäsittelystä

(5:65) ja värisävystä on erikseen määrätty tai tullaan määrittämään. Sinkityn pinnan maalaamiseen saa käyttää vain siihen tarkoitukseen kehitettyjä maaleja (vrt. 8:31). Sinkkipinta on puhdistettava liuottimella rasvasta ja liasta ja vesipesulla ja harjalla sinkkisuoloista ennen maalausta. Ruoste poistetaan maalin valmistajan ohjeiden mukaan.

6: PUURAKENTEET

6:1 Yleistä

Rakennettaessa puusta joko pysyviä tai väliaikaisia rakenteita on ensisijaisesti noudatettava RIL:n laatimia puurakenteiden normeja ja liimapuukannatteiden valmistusta ja laadun valvontaa koskevia ohjeita sekä VTT:n ohjeita rakennussahatavaran lujuuslajittelua varten (VTT:n tiedotus n:o 93).

Pysyvillä rakenteilla tarkoitetaan puurakenteiden normeissa vähintään 2 vuotta kestävään käyttöön aiottuja rakenteita sekä kaikkia rakenteita, joita kuormittaa pääasiassa henkilökuorma.

6:2 Rakennusaineet ja -tarvikkeet

6:21 Puutavara

Rakennepuutavaran tulee vastata suunnitelmassa esitettyä lujuusluokkaa. Ellei sitä ole ilmoitettu, on silta- ja telinerakenteiden kantaviin osiin käytettävä vähintään lujuusluokkaa T 30. Ellei asianmukaisesti leimattua puutavaraa ole käytettävissä, on puutavaran luokittelu ja merkintä annettava kokeneelle henkilölle työmaalla tehtäväksi. Sahatavaran lajittelussa on muussa suhteessa noudatettava soveltaen sitä koskevia ohjeita. Missään pysyviin rakenteisiin tulevassa puutavarassa ei saa olla jäljellä kuorta.

Pyöreän puutavaran tulee olla havupuuta. Pyöreän kuusi-
puun käyttö muualla kuin paaluina saattaa tulla kysy-

(6:21) mykseen, mikäli voidaan varmistautua, ettei puun kieroontuminen aiheuta rakenteen kantavuudelle tai muodolle haittaa. Sahatavaran tulee olla mäntyä.

Pysyvissä rakenteissa sahatavaran tulee olla painekyllästettyä ja pyöreän puutavaran joko paine- tai puserruskyllästettyä. Kyllästykseen on käytettävä luotettavaksi tunnettua lahonsuoja-ainetta. Puutavaran säilytyksen ja kosteussuhteiden tulee olla kyllästämisen kannalta mahdollisimman edullisia. Huonosti kyllästettyä puuta ei saa käyttää pysyvissä rakenteissa. Kirjavuuden välttämiseksi tulisi alusrakenteen olla kauttaaltaan samalla aineella kyllästettyä.

On huomattava, että kreosottiöljyllä kyllästetystä puusta saattaa lämpimällä säällä tihkua kyllästysainetta, joka tahrii alapuolisia rakenteita.

Pysyvien rakenteiden liimapuukannattimina saa käyttää ainoastaan L-merkillä varustettuja ns. leimattuja kannattimia, jotka on valmistettava liimausluokkaan U.

Vanerin tulee olla säänkestävää rakennevaneria, joka lahosucjataan esim. kyllästysaineella sivelemällä.

Niin sanotun muovipuun käyttö voi tulla kysymykseen vain tie- ja vesirakennushallituksen luvalla kustakin rakenteesta erikseen annettavan ohjeen mukaisesti.

6:22 Metalliosat

Pultit, mutterit, aluslevyt sekä muuttoteräsosat.

Pultin halkaisija on sillanrakennuksessa yleensä vähintään 16 mm. Pultin pienin halkaisija on 10 mm ja se tulee kysymykseen lähinnä yhdistettyjen sauvojen liitoksissa. Pyöreän puutavaran liitoksissa käytettäviin pultteihin on tehtävä reilusti standardipituutta pitemmät kierreet.

(6:22) Pulttien asennuksen ja aluslevyjen suhteen viitataan puurakenteiden normien asianomaisiin kohtiin.

Pulttit, mutterit, aluslevyt ja muototeräsosat ruostesuojaan kuumasinkityksellä kohdan 5:61 mukaan.

Naulat

Pysyvissä rakenteissa suositellaan käytettäväksi sinkittyjä nauloja. Naulaliitoksissa pitää olla vähintään 2 naulaa.

Hammaslevyt

Pysyvissä rakenteissa tulee hammaslevyjen olla tehokkaalla suoja-aineella (sinkki, kadmium) päällystettyjä. Eri-tyisesti on pidettävä huoli siitä, että hampaat uppcavat täydellisesti puuhun.

6:3 Liittäminen

6:31 Pulttaus

Kaikki pulttiliitokset on tehtävä siten, että niitä voidaan myöhemmin kiristää. Reiät on porattava pultin paksuuden mukaan ilman väljyyttä. Samalla pultilla yhteen liitettävät osat porataan samalla kertaa. Pultit on kiristettävä niin, että aluslevyt painuvat puuhun n. 1 mm. Kiristys on tarkistettava ensi kerran n. 6 ja toisen kerran n. 15 kuukauden kuluttua valmistumisesta.

6:32 Naulaus

Vaikka suunnitelmassa ei olisi esitetty naulauskaavioita, naulat on sijoitettava syiden suhteen lomittain siten, että halkeamisvaaraa ei ole.

6:33 Liitokset

Liitokset on tehtävä erityisellä huolella. Osat on sovittava tarkasti toisiaan vasten varsinkin puristetuissa liitoksissa. Rakenteen lujuuden kannalta tärkeissä liitoksissa ei saa käyttää täytteenä chuita kiiloja tai lastuja eikä puristetuissa liitoksissa yleensäkään selasta suunnitelmaan kuulumatonta täytettä, jossa puristus tulee syitä vastaan kohtisuoraan. Puristettujen rakenteosien jatkokset on sovittava tarkasti keskeisiksi.

Paalujen ja niiden siteiden risteyskohdissa puut on liitettävä tiukasti toisiinsa pultilla. Tällöin on vältettävä puiden loveamista ja tarvittaessa käytettävä täytettä.

6:4 Puutavara eri rakenteissa

Paalutukisiltojen tukipaalujen valinnassa, mitoituksessa ja lyönnissä on noudatettava paitsi puunormien, pchjarakennuksen normien ja lyöntipaalutusohjeiden myös tämän työselityksen kohdan 3:41 määräyksiä.

Pyöreästä puusta tehtävät kannattajat on sahattava tai veistettävä kahdelta sivulta. Ne on asetettava siten, että aina rinnakkaisten kannattajien tyvi ja latva ovat vierekkäin.

Taivutetuissa rakenteissa on lujempi, ts. paremmin vetoa kestävä syrjä pantava vetopuolelle, jolla on kaksitukisissa palkeissa kannattajan alapinnassa ja ulokkeissa sekä jatkuvien palkkien tukien kohdalla kannattajan yläpinnassa. Leimatussa sahatavarassa on lujempi syrjä csoitettu leimalla. Muusta puutavarasta on lujempi syrjä etsittävä työn aikana. Cksia ym. vikoja on vetopuolella mahdollisuuksien mukaan vältettävä. Taivutetuissa palkeissa ei saa olla sanottavaa käyristymistä.

- (6:4) Vetcrasituksen alaisissa rakenneosissa on käytettävä mahdollisimman virheetöntä puuta. Oksakasautumat ovat erittäin haitallisia. Mahdollisten pienehköjen vikojen tulee olla symmetrisesti ja hajalleen sijoittuneita.

Puristuksella rasitetuissa rakenneosissa on käytettävä mahdollisimman suoraa puutavaraa. Puun keskiviivan poikkeaminen suorasta viivasta saa olla korkeintaan 0,5 % mittauspisteiden välisestä etäisyydestä. Muita kuin suunnitelman edellyttämiä lovia tai niihin verrattavia heikennyksiä ei sallita.

6:5 Syrjä l a n k k u k a n s i

6:51 Rakentaminen

Syrjä lankkukansi naulauksineen tehdään suunnitelman mukaan. Puutavaran kosteus rakennusaikana saa olla korkeintaan kosteustilan II mukainen. Puutavara on varastoitava siten, ettei se pääse kastumaan ennen naulausta.

Lankkujen jatkoksista pitää vähintään puolet olla tukivälin reunimmaisten kolmannesten alueella, eikä niitä mielellään saa sijoittaa keskimmäisen kolmanneksen kohdalle. Jatkokset on porrastettava siten, että vierekkäisten jatkosten väli on vähintään 30 cm.

6:52 Suojaus

Lahoamista vastaan ei painekyllästetystä puutavarasta tehtyä kantta voida lisäsuojata millään peittäväällä kerroksella, koska tällaiset kerrokset joko eivät ole vesitiiviitä tai eivät pysy sellaisina. Suojausta liukkausta ja kulumista vastaan ei saa suorittaa ilman tie- ja vesirakennushallituksen lupaa. Tie- ja vesirakennushallitus antaa kussakin tapauksessa päällystehjeen erikseen.

6:6 Valmisosarakenteet

Valmisosarakenteilla tarkoitetaan tässä työselityksessä, tehtaassa tai vastaavissa olosuhteissa valmistettuja rakenteita, eli yleensä liimapuukannattimia.

6:61 Liimapuukannattimien laatuvaatimukset

Puuaineksen ja liimauksen yleinen laaduntarkkailu suoritetaan tehtaalla. Vastaanottajan on silti syytä erityisesti varmistaa, että asiaan kuuluva delamincintikoe (säärkestävyyskoe) on tehty. Lisäksi liimasaumat tarkastetaan silmämääräisesti palkkien päitten läheltä, uloimmat saumat koko pituudeltaan.

Kannattimien pintaluckkana on karkeahöyläys. Tämä merkitsee, että viimeistelytyöstössä ainakin 50 % pinnasta tulee höylätyksi.

Kannattimien mitcille sallitaan seuraavat toleranssit:

- pituus ± 10 mm
- korkeus ± 1 %
- leveys ± 2 %
- sivukäyryys $\pm 1,5$ °/oo
- pystykäyryys $\pm 1,5$ °/oo esikorotuksen lisäksi, mittapituus ≥ 2 m.

6:62 Liimapuukannattimien käsittely

Palkit on varastoitaessa suojattava sateelta, kuitenkin niin, että ne pääsevät hyvin tuulettumaan. Ne on sijoitettava n. 30 cm korkeille alustoille, joiden tulee olla niin suorat, että vääntyminen ja kierostuminen vältetään. Krescottikyllästeisten palkkien suojaaminen sateelta ei ole välttämätöntä, mutta on suotavaa, että ne varastoidaan auringon paisteelta suojattuna työn aikaisen tahraavuuden vähentämiseksi.

(6:62) Palkkeja on käsiteltävä varovasti, jotta vältetään pintojen ja erityisesti särmien vahingoittuminen. Nostoissa on käytettävä mieluummin nostovöitä tai -köysiä. Teräsvaijereita käytettäessä palkit on suojattava nostokohdista erityisen huolellisesti.

Mikäli palkkien kansilankutusta vastaan tulevat yläreunat eivät ole keskenään samassa linjassa, on tasaaminen tehtävä höyläämällä, ei missään tapauksessa ohuita täytteitä käyttämällä.

6:7 L a h o n t o r j u n t a t o i m e n p i t e i t ä

Painekyllästetyn puutavaran sahaus- ja höyläyskohdat tulee sivellä painekyllästykseen käytetyllä lahontorjunta-aineella.

Työnaikaisilla toimenpiteillä on mahdollisuuksien mukaan ja suunnitelmien sallimissa rajoissa vältettävä puuosien sijoittamista siten, ettei ilma pääse vapaasti kiertämään niiden ympärillä. Puuosia ei saa peittää bitumihuovilla tai vastaavilla. Jos sillan kansi käsittää useampia lankkukerroksia, on vain päällimmäinen kerros tehtävä tiiviiksi.

Kannelta on vesi johdettava pois siten, ettei se valu alle olevien kartavien rakenteiden päälle.

6:8 F u u c s i e n p i n t a k ä s i t t e l y

Painekyllästetystä puutavarasta tehtyjä rakenteita ei yleensä maalata.

Rakenneosat, joihin nopea kosteudervaihtelu saattaa aiheuttaa haitallista halkeilua, suojataan lakkauksella tai muulla sopivalla tavalla. Yleisimpiä suojattavia kohtia ovat liimapuisten palkkisiltojen reurakannattajien ulkosyrjät, jotka lakataan kolmeen kertaan uretaanilakalla.

Krecoottikyllästeistä puuta ei pintakäsitellä.

7: ERISTYSTYÖT JA KANNEN PÄÄLLYSTEET

7:1 Y l e i s t ä

Eristettävät pinnat ja eristystapa esitetään siltasuunnitelmassa. Eristystöissä on soveltuvin osin noudatettava eristysaineiden ja -tarvikkeiden valmistajien antamia ohjeita.

Asfalttipäällysteiden teossa on noudatettava soveltaen päällystystöiden työselitystä (TVH 732802).

7:2 B i t u m i s i v e l y t

7:21 Kylmä bitumisively

Kylmän sivelyn tarkoituksena on parantaa eristyskerroksen tai päällysteen tarttuvuutta sekä lisätä eristyskerroksen vahvuutta.

Eristysaineena on yleensä käytettävä bitumiliuosta B1 20/85 b tai vastaavaa tartuketta sisältävää bitumiliuosta.

Kylmäivelyyn on käytettävä liuosta $0.3...0.5 \text{ kg/m}^2$. Eristysaine on levitettävä tasaisesti joko sivelemällä, harjaamalla tai ruiskuttamalla. Eristettävien pintojen tulee olla puhtaita ja kuivia. Lämpimänä vuodenaikana saa betonipinnat eristää aikaisintaan viikon kuluttua betonoinnista. Ilman erikseen annettavaa lupaa ei kylmää sivelyä saa tehdä, jos rakenteen tai ilman lämpötila on alle $\pm 0^\circ\text{C}$. Kylmän sivelyn on oltava kuiva, ennenkuin sen päälle levitetään kuumaa bitumia.

7:22 Kuuma bitumisively

Kuumaan sivelyyn käytettävä bitumi on B-85/40. Sively-

lämpötilan tulee olla n. 20°C . Kerrospaksuus on pyrittävä saamaan mahdollisimman tasaiseksi. Ainemerekin on oltava vähintään $1,5 \text{ kg/m}^2$. Bitumia ei saa myöskään käyttää liian runsaasti, jolloin se saattaa näkyville pinnoille pursutessaan ja valuessaan tai joihinkin kohtiin kasaantuessaan olla ulkonäön tai suojabetonin kestävyyskannalta haitaksi. Tämä on otettava erityisesti huomioon tehtäessä eristystöitä kylmällä säällä, jolloin alusta on tarvittaessa varovasti lämmitettävä.

7:3 K o s t e u s e r i s t y k s e t

7:31 Käyttöala

Betonipinnalle tehtävää kosteuseristystä käytetään tiivistämään mahdollisesti syntyviä hiushalkeamia.

Eristettävät pinnat ja eristystapa esitetään suunnitelmassa.

7:32 Yksinkertainen kosteuseristys

Yksinkertainen kosteuseristys käsittää yhden kylmän ja yhden kuumen bitumisivelyn.

7:33 Kaksinkertainen kosteuseristys

Edellisessä kohdassa mainitun lisäksi tulee toinen kuuma bitumisively.

7:4 V e s i - j a v e d e n p a i n e - e r i s t y k s e t

7:41 Bitumimattoeristys

Eristettävä betonipinta on tasoitettava huolella (vrt. 4:47 ja 4:48). Pysty- ja vaakapintojen kulmat on pyörist-

tettava vähintään 50 mm säteellä ja pystynurkat siten, että bitumimatto taipuu niissä murtumatta.

Eristykseen tulee alhaalta lukien seuraavat kerrokset:

- kylmä bitumisively
- kuuma bitumisively
- lasikangasbitumimatto ML 500/4200, jossa luku 500 tarkoittaa tukikerroksena olevan lasikankaan nimellispainoa g/m ja luku 4200 tuotteen nimellispainoa g/m².

Bitumimatto painetaan kiinni kuumaan bitumiin. Sivel-
lyn bitumin lämpötila ei saisi tällöin sanottavasti
alittaa em. sivelylämpötilaa. Maton lämpötilan on ol-
tava levitettäessä vähintään 200°C. Jyrkkiä taivutuksia
tehtäessä on käytettävä paikallista kuumennusta. Mat-
tokaistat on limitettävä vähintään 100 mm pituussuun-
taan ja 150 mm poikkisuuntaan veden juoksusuunta huo-
miottaen. Kuumen bitumin sivelymäärän tulee olla
niin runsas, että mattorulla puristaa bitumin pieneksi
aalloksi aukirullattaessa ja ettei ilmakuplia jää vä-
liin. Saumat liimataan kuumalla bitumilla ja saumakch-
dat sivellään vielä päältäpäin kertaalleen kuumalla
bitumilla.

7:42 Mastiksieristys

Jos suunnitelmassa on määrätty sillan kansi eristet-
täväksi mastiksieristeellä, noudatetaan julkaisun RIL
91 b "Tekniset ohjeet sillan eristyksestä ja asfaltti-
päällystyksestä 1975" kohdan 5.13 ohjeita.

7:5 Teräsbetonikantisen sillan suoja betoni

Suojabetonikerroksen vahvuus on 50 mm ja sen raudoitukse-
na käytetään Ø 6 ~~150~~ A 400 H tai betoniteräsverkkoa

Ø 5 ~~150~~ B 500 V tai niitä vastaavaa valvojan hyväksymää raudoitusta, ellei suunnitelmassa toisin mainita.

Suojabetoniin käytettävän betonin lujuusluokka on K 35. Sen laatuluokka on sama kuin päällysrakenteen betonissa. Kiviaineksen maksimirake koko saa olla korkeintaan 20 mm. Betoni on suhteitettava siten, että fillerin määrä jää mahdollisimman pieneksi. Betoni on suhteitettava mahdollisimman jäykäksi, 5...10⁰VB. Tiivistyksessä tulee käyttää tasotärytintä.

Betonimassassa on käytettävä lisähuokoistusainetta siten, että betonin ilmavesisuhde on vähintään 0,25, ellei suunnitelmassa ole esitetty suojahuokossuhdevaatimusta. Ilmamäärä mitataan aina työpaikalla ja sen on oltava vähintään 5,5 %. Vesimäärä voidaan ottaa suhteitukselta, ellei tarkempaa mittausmenetelmää ole käytettävissä. Ilmamäärä on mitattava kohdasta 4:52 poiketen vähintään jokaisesta betonikuormasta.

Suojabetonin pinta on tasoitettava puulla tai koneellisesti hiertäen. Suurin sallittu epätasaisuus 5 m matkalla on 10 mm. Pinnan vaaituksella todettu keskimääräinen poikkeaminen suunnitelman mukaisesta tasosta saa olla enintään ± 10 mm ja suurin mitattu poikkeama enintään ± 20 mm. Suojabetonin päälle kaadettu vesi ei saa jäädä seisomaan painanteisiin, vaan sen tulee virrata pois. Suojabetonia ei saa tehdä mistään kohdasta enempää kuin 20 mm teoreettista paksummaksi eikä ohuemmaksi kuin 40 mm. Keskimääräinen paksuus ei saa olla enempää kuin 15 mm suunnitelman mukaista suurempi.

Valun jälkeen niin pian kuin mahdollista on suojabetonin pinta suojattava ja pidettävä kosteana 1 - 2 viikon ajan (Ks. kohta 4:47).

Muilta osin noudatetaan soveltuvin osin kohdassa 4: annettuja ohjeita.

7:6 K a r n e n p ä ä l l y s t e e t

7:61 Ajoradan asfalttipäällyste

7:611 Suojabetonin sisältävä rakenne

Ellei siltasuunnitelmassa tai muissa työssä noudatettavissa asiakirjoissa toisin määrätä, tulee ajoradalla suojabetonin päälle seuraavat päällystekerrukset:

1. Liimauskerros

Kylmä bitumisively kohdan 7:21 mukaan, kun suojabetoni on kovettunut vähintään 14 vrk. Käytettävän bitumiliuoksen tulee olla asfalttipäällysteen liimaukseen sopivaa. Bitumiliuosta B1-20/85b levitetään $0,3 \text{ kg/m}^2$.

2. Päällystekerrukset

Päällystekerrukset tehdään RIL 91 b:n kohdan 5.14 mukaisesti. Päällyste tehdään suunnitelman mukaan joko vilkasliikenteisen sillan (kuva 14) tai vähäliikenteisen sillan (kuva 15 tai 16) päällysteenä.

7:612 Suojabetoniton rakenne

Suojabetonittoman eli mastiksieristeellä eristetyn sillan ajoradan asfalttipäällyste tehdään RIL 91 b:n kohdan 5.13 mukaisesti. Päällyste tehdään suunnitelman mukaan joko vilkasliikenteisen sillan (kuva 1 tai 2) tai vähäliikenteisen sillan (kuva 3 tai 4) päällysteenä.

7:62 Jälkakäytävän ja pyörätien asfalttipäällyste

7:621 Suojabetonin sisältävä rakenne

Päällyste tehdään RIL 91 b:n kohdan 5.14 mukaisesti.

Kulutuskerros voidaan tehdä joko valuasfaltista VA 12/70 (kuva 17) tai asfalttibetonista Ab 12/70 (kuva 18).

7:622 Suojabetonin rakenne

Suojabetonittoman eli mastiksieristeellä eristetyn jalkakäytävän ja pyörätien päällyste tehdään RIL 91 b:n kohdan 5.13 mukaisesti. Kulutuskerros voidaan tehdä joko valuasfaltista VA 12/70 (kuva 5) tai asfalttibetonista Ab 12/70 (kuva 6).

7:623 Muita ohjeita

Ellei jalkakäytävää tai pyörätietä ole mitoitettu ajoneuvokurmalle, on massa levitettävä käsityönä ja käytettävä tiivistykseen tärylevyä, käsijyrää tai kevyttä staattista enintään 1,5 tonnin painoista valssijyrää. Vanhoja siltoja päällystettäessä ja muissakin erikoistapauksissa on jyrän suurin sallittu paino määrättävä kussakin tapauksessa erikseen. Päällysteen pinnan on oltava tiivis ja sileä.

7:63 Teräsbetonikantisen sillan ajoradan betonipäällyste

Tehdään suunnitelmassa esitetyllä tavalla.

7:64 Teräs- ja puukantisten siltojen päällysteet

Teräskantisten siltojen päällysteet tehdään siltasuunnitelman mukaisesti. Työssä noudatetaan lisäksi RIL 91 b:n kohdan 5.2 ohjeita.

Puukantisten siltojen osalta noudatetaan kohdan 6:52 mukaista käytäntöä.

7:65 Saumat

Suunnitelmassa esitetyt päällysteen saumat tehdään RIL 91 b:n kohdan 2.7 mukaisilla saumanauhalla tai saumausmassalla kyseisessä kohdassa annettuja ohjeita noudattaen. Saumausaineiden tarttuvuuden varmistamiseksi.

miseksi saumapintoihin on pintojen esikäsittelyssä ja saumaustyössä lisäksi tarkoin noudatettava sauma-aineen valmistajan ohjeita.

7:7 M u i t a o h j e i t a

Mikäli suojabetonin päälle tulee tien sitomattomia tai sidottuja päällysrakennekerroksia, jatkuu tien päällyste sellaisenaan sillan yli.

Kaikissa eristys- ja päällystyön vaiheissa on tarkoin varottava likaamasta näkyviin jääviä betoni- ja teräspintoja bitumiaineilla. Mahdollinen kosteuseristys maanvastaisissa betonipinnoissa on lopetettava 200 -300 mm. maarpinnan teoreettisen rajan alapuolella. Näkyviin jääneet bitumiroiskeet ym. on poistettava sopivilla liuottimilla ja huuhtottava runsaalla vedellä. Suuremmat pinnat on hiekkapuhallettava.

Eristyskerrosten rikkoutuminen on työn aikana estettävä.

Jos asfalttipäällysteen teko viivästyy, suojabetonin vaurioituminen on estettävä tilapäispäällysteellä, joka voidaan tehdä öljysorasta, savisorasta tai laudasta.

Mastiksieristeistä siltaa ei saa ottaa väliaikaiseen käyttöön ennen asfalttipäällysteen tekoa.

8: ERIKCISOSAT

8:1 L a a k e r i t j a n i v e l e t

8:11 Piirustukset ja aineet

Yleensä laakerit ja nivelet tehdään suunnitelmaan liittyvien yksityiskohtapiirustusten mukaan. Erikoislaakereista, jotka tehdään valmistajan suunnitelman mukaan, annetaan vain tilausta ja suunnittelua varten tarvittavat tiedot.

Teräslaakerien aineita, vastaanottoa, valmistusta sekä puhdistus- ja maalaustyötä koskevat soveltuvin osin samat ohjeet ja määräykset kuin teräsrakenteita yleensä.

Erikoislaakereiden ainetta ja rakennetta koskevat vaatimukset ovat yleensä valmistusmaassa annetun käyttöluvan mukaiset. Siltapaikalla vallitsevat ilmasto- ym. käyttöolosuhteet on kuitenkin otettava laakereiden soveltuvuutta arvosteltaessa huomioon.

Nivelissä käytettävän bitumihuovan on oltava lasieristyshuopaa EL 50/2000 tai vastaavaa. Huopakerrrokset on liimattava alustaansa ja toisiinsa kuumalla bitumilla. Betonipintoihin tulee sitä ennen vielä kylmä bitumisiively. Huom! Tämä määräys ei koske teräsbetonisten laattasiltojen maatumien ja päällysrakenteen sauman 3-kertaista bitumihuopaa, jonka huopia ei liimata alustaansa ja toisiinsa kuumalla bitumilla.

8:12 Laakereiden asentaminen

Ennen laakereiden asennusta on todettava, että ne aineiden ja valmistuksen suhteen täyttävät niille asetetut vaatimukset.

Laakereita asennettaessa on otettava huomioon päällysrakenteen liikkeet, jotka johtuvat betonin kutistumisesta ja hiipumasta sekä lämpötilaeroista. Suurissa silloissa saattaa myöskin päällysrakenteen taipumisesta aiheutua laakereihin sillan suuntaista liikettä, joka on otettava huomioon. Esijännitetyissä rakenteissa on otettava huomioon myöskin kimmoinen kokonaispuristuminen. Laakereiden tulee olla keskeisessä asennossaan, kun siltaa kuormittaa omapaino ja lämpötila on 0°C. Ms. laakeriennakko ilmoitetaan yleensä suunnitelmassa.

Teräs- ja elementtisiltojen laakerilaattoja ei yleensä saa juottaa kiinni ennenkuin päällysrakenne on kokonaisuudessaan asennettu paikoilleen. Paikalla valettavissa betonisilloissa laakerilaatat valetaan normaalisti kiinni alusrakenteisiin, ennenkuin päällysrakenne betonoidaan. Laakerit on asennettava tarkoin suunnitelmassa esitetyllä tavalla, koska laakereiden virheellisestä asennosta saattaa aiheutua huorattavia liärasituksia laakereille ja päällysrakenteelle.

Ellei siltasuunnitelmaan sisälly erityisohjeita laakereiden kiinnittämisestä, on työn suorittajan itse harkittava, mitä aineita ja työtapaa on tarkoituksenmukaisinta käyttää. Urakalla rakennettaessa ehdotukselle on saatava valvojan hyväksyminen. Juotettaessa laakereiden alalaattoja kiinni alusrakenteisiin on huolehdittava siitä, että laatan alusta tulee ehdottomasti täyteen. Tarkoitukseen voidaan käyttää betonia tai erityisiä kuitistumattomia alustavalumassoja.

8:13 Muita ohjeita

Asennuslevyt ja -pultit ym. vastaavat apulaitteet on poistettava mahdollisimman pian laakereiden kiinnittämisen jälkeen. Työn aikana on myöskin huolehdittava siitä, että mainitut laitteet eivät estä sillan liikettä (vrt. 4:61).

Laakereiden ja nivelten teräsosat puhdistetaan raepuhalluksella asteeseen Sa2 ja pohjamaalataan kahteen kertaan lyijymönjällä tai vastaavalla. Peitemaalaus suoritetaan myöskin kahteen kertaan teräsrakenteihin soveltuville maaleilla. Kuivan maalikalvon kokonaispaksuuden on oltava vähintään 140 μm . Pohjamaalikerrokset korvataan ruiskusinkityksellä Zn 80 - SFS 3107 suunnitelman sitä edellyttäessä. Pinnan puhdistusasteen tulee tällöin olla Sa3. Viimeisen kerroksen värisävy on yleensä harmaa tai alumiinin värinen (vrt. 5:5).

Liuku- ja vierintäpinnat jätetään maalaamatta. Ne käsitellään tarkoitukseen sopivalla vettä hylkivällä voiteluaineella, jolla tulee lisäksi olla korroosiota estäviä ominaisuuksia.

Kumilevylaakereiden osalta on noudatettava annettuja erikoisohjeita.

8:2 Liikuntasaumat

8:21 Yleistä

Liikuntasaumojen rakenne esitetään piirustuksissa. Patentoiduista erikislaitteista annetaan kuitenkin vain tilaamista varten tarvittavat tiedot. Liikuntasaumisiin käytettävien aineiden kelpoisuus on sopivalla tavalla todettava. Terästä koskevat soveltuvin osin kohdassa 5:2 esitetyt vaatimukset, ellei asiasta toisin sovita.

8:22 Liikuntasaumalaitteet

Liikuntavaran ylempiin suuntiin tulee asennushetkellä olla suunnitelman mukainen.

Asentamisen yhteydessä on varmistauduttava siitä, että laitteen toiminta on mahdollista. Mikäli betonointityön ajaksi on tarpeen väliaikaisesti kiinnittää puoliskot toisiinsa, on kiinnitys ehdottomasti poistettava, ennenkuin se alkaa estää betonin kutistumisesta aiheutuvaa sillan liikettä.

Jos silta on liikuntasauman kohdalta tuettu kumilaakerilla, johon sillan omasta painosta syntyy havaittava kokoonpuristuminen, ei sellaisia liikuntasauman osia, jotka estävät pystysuoraa liikettä saumassa, saa kiinnittää, ennenkuin kantavat telineet on purettu.

Reunapalkin ulkoreunaan ulottuvan liikuntasaumalaitteen tiivistekumi on ulotettava reunapalkin ulkopuolelle n. 30 mm.

Hitsaustyöt on tehtävä kohdassa 5:33 annettuja ohjeita soveltuvin osin noudattaen. Tartuntateräksinä saa käyttää ainoastaan hitsattavia teräslaatuja. Tartuntateräs-

ten hitsaamisen johdosta tai muusta syystä käyristyneet osat on taivutettava konepajalla tarkalleen sillan kannen muotoisiksi. Osien kiinnittämisessä ei saa käyttää katko-, tulppa- eikä korohitsejä.

Teräsoisien muut kuin betonin sisään tulevat pinnat on maalattava kahteen kertaan bitumireaktiomaaleilla tai niitä vastaavilla, vettä ja suoloja kestävillä maaleilla.

Puhdistus saadaan suorittaa teräsharjaamalla (St 2), ellei hiekkapuhallusta voida järjestää.

8:23 Saumausaineet ja saumanauhat

Eräissä tapauksissa (liike $\leq \pm 0,20 \dots 0,25$ kertaa sauman leveys) voidaan liikuntasaumoissa käyttää myös hyväksyttäviä nauhoja tai elastisia massoja. Tällaisia ovat mm. polyuretaani- ja polysulfidi-(thiokol-) pohjaiset aineet. Silikonipohjaisia saumausmassoja ei saa käyttää, koska niiden tarttuvuus betonipintoihin on huono. Saumausaineen valinnassa on otettava huomioon mm. saumassa tapahtuvan liikkeen suuruus ja nopeus, vesitiiveydelle asetettavat vaatimukset ja kunnossapitomahdollisuudet sekä kulutus- ja kemikaliorasitukset. Nopeasti vanherevasta aineesta valmistettuja nauhoja ei saa käyttää. Saumausaineilla tulee olla hyvä tartunta saumapintoihin. Tartunnan varmistamiseksi on käytettävä primereitä. Saumausaineiden käytössä on aina noudatettava valmistajan ohjeita. Näkyviin jäävissä betonirakenteissa tulee saumausaineen olla väriltään vaalean harmaata. Päällysteen saumauksesta on annettu ohjeet kohdassa 7:64.

8:24 Muita ohjeita

Veden läpipääsy liikunta- ja muista saumoista on estettävä sopivin toimenpitein esim. PVC-nauhalla, vaikka silta-suunnitelmassa tästä ei olisikaan mainintaa. Työn aikana on varmistauduttava siitä, että saumarakenne kestää odotettavissa olevat liikkeet rikkoutumatta. Saumassa on käy-

tettävä muottina tai välilevynä sellaista ainetta, joka ei betonimassan kosteuden tai kasteluveden vaikutuksesta likaa näkyviin jääviä rakenteita. Ulkonäköä haittaavat täyteaineet on poistettava.

PVC-saumanauhat kiinnitetään betoniin suunnitelman edellyttämiin paikkoihin valun yhteydessä. Betonia pitää olla nauhan ylä- ja alapuolella vähintään nauhan tartuntapituuden paksuudelta. Nauha ei saa koskettaa betoniteräksiin. Kiinnitys tehdään nauhakannattimilla ja pidikkeillä. Vaakasucran nauhan reunat asennetaan yläviistoon valun helpottamiseksi. Nauhan pysyminen paikoillaan valun aikana on varmistettava. PVC-nauha voidaan jatkaa kuumentamalla.

Maatuen ja päällysrakenteen välisissä liikunta- ja muissa saumoissa valumuotteina olevat styrox-levyt (tai sitä vastaavat) on muuttien purkamisen yhteydessä ehdottomasti poistettava, jotta sillan kannen liikkeet eivät pääse vaurioittamaan rakenteita.

8:3 T e r ä s k a i t e e t

8:31 Rakenne

Tyyppiirustukset, joiden mukaan kaiteet tehdään, mainitaan siltasuunnitelmassa. Kaiteet kuumasinkitään, ellei asiakirjoissa ole muuta määrätty. Asennushitsit on pinnoitettava ruiskusinkityksellä (esim. Metco-ruiskutus tai vastaava), muulla hyväksyttävällä kyläsinkitysmenetelmällä tai syklokautsusideaineisella sinkkipölymaalilla. Kaiteen terästä ja valmistusta, puhdistus ja sinkitys tai maalaus mukaanluettuna koskevat samat ohjeet ja määräykset kuin muitakin teräsrakenteita (vrt. kohta 5:). Jos suunnitelmassa on niin määrätty, voidaan kaiteet pintakäsitellä myös maalaamalla sinkityksen sijasta tai sen päälle. Sinkityksen päälle soveltuvia maaliyhdistelmiä ovat polyamidikovetteinen epoksipohjamaali ja polyuretaanipintamaali tai kaksinkertainen alkydimaali. Jollei kai-

detta kuumasinkitä, käytetään edellisen yhdistelmän alla sinkkiepoksipohjamaalia ja jälkimmäisen alla sinkki-silikaattimaalia. Viimeistelyyn on kiinnitettävä erityistä huomiota, mm. kaikki terävät särmät hitseistä samoin kuin ns. roiskeet on hiottava pois ennen maalausta. Jatkoskohdat on huolellisen puhdistuksen jälkeen suojattava myös altapäin.

Erityisistä syistä (esim. voimakkaasti syövyttävä teollisuus- tai meri-ilmastot) voi myös ruostumattoman teräksen käyttö tulla kysymykseen teräskaitessa.

8:32 Asentaminen

Kaide on aina asennettava tien reunan suuntauksen ja tasauksen mukaisesti, vaikka rakenne, johon se kiinnitetään, olisi tehty siitä poikkeavasti (esim. suora sillan päällysrakenne suurisäteisessä kaarteessa). Pylväät asennetaan pystysuoraan. Kaidepylväitä ei saa pakottaa paikoilleen väkisin esim. lyömällä.

Jos kaidepylväiden kiinnitys siirtyy talven yli, on vuotoveden poistamiseksi kaidepylvään kolon pohjaan porattava Ø 20 mm reikä, joka varustetaan tippuputkella tai alapäähän tulevalla tippanckalla. Edellä esitetystä huolimatta on auki jätetyt pylväskolot huolellisesti suojattava talven yli jäätyvän veden aiheuttamilta vaurioilta.

Ennen täytevalun suorittamista on tartunnan parantamiseksi kaidekolon reunoista ja reunapalkista juurikorokkeen alta poistettava kaikki irtorainen aines ja sementtiliima. Juurikorokkeen alta se tapahtuu ehkä parhaiten teräskarjalla harjaamalla betonin jäykistyttyä eli normaalisti 8 - 10 tunnin kuluttua reunapalkin betonoinnista.

Kaidepylvään kiinnitys betoniin varsinaisessa valussa jätettyyn koloon on tehtävä yhtenä kiinnitysvaluna.

Juurikorokkeen muotteja pitää siis olla niin paljon, että myös juurikoroke voi olla samaa valua muun jälkivalun kanssa.

Kiinnitysvalu voidaan suorittaa esim. injektioimalla. Injektiointilaastin on oltava pakkasenkestävää laastia K 35. Pakkasenkestävyys saavutetaan käyttämällä paisutavaa ja lisähuokoistavaa lisäainetta (esim. Intrusion Aid n. C, 5 % sementin painosta). Laastin osa-ainesten suhteina voidaan esimerkiksi käyttää 1 : 1 : 0,40... 0,45 (sementti : kiviaines : vesi). Maksimiraekoko kiviaineksella 2 mm $\#$. Injektiointi suoritetaan kaidepylvääseen ennen poratusta reiästä, joka sijaitsee juurikorokkeen pinnan yläpuolella ajosuunnasta katsoen vastakkaisella puolella. Kaidepylvään ja kolon pohjan väliin tulee asennettaessa jättää n. 20 mm rakc, jotta laasti pääsee nousemaan tolpan ulkopuolelta ylös. Injektiointia jatketaan kunnes laastipinta nousee reunapalkin yläpinnan yläpuolelle. Injektionin jälkeen on varmistuttava siitä, että injektiointireikä jää auki, jolloin mahdollinen kondenssivesi pääsee poistumaan sen kautta. Juurikorokkeen muotti asetetaan paikoilleen ja muotti täytetään injektiointiputkesta vapaasti valuvalla laastilla. Pinnan taseus voidaan suorittaa heti, koska laasti lisäaineen ansiosta paisuu hieman. Valua on pidettävä kosteana 7 - 14 vuorokauden ajan.

Injektiointilaastina voidaan käyttää myös hyväksyttävää erikoisbetonia (esim. Pagel V1, Betec tai vastaava). Lisäainetta ei tällöin tarvitse käyttää.

Jos valua ei tehdä injektioimalla, vaan sullemalla pylvään ulkopuolelta, on kaidepylvään kolo aina varustettava edellä mainitulla \varnothing 20 mm:n tippuputkella tai vedenpoistoreiällä,

Ajotiejohteessa tulee olla sama liikevara kuin kaiteen yläjohteessa. Yksi ajotiejohteen jatkoksista on sijoitettava samaan pylväsväliin kaiteen liikkuvan jatkoksen kanssa. Tarpeen vaatiessa on suurennettava ajotiejohteen pulttireikiä. Reiän suurentamisessa on soveltuvin osin noudatettava teräsnormien määräyksiä. Reikää ei saada suurentaa polttamalla. Suurennettu reikä on suojattava ruostumista vastaan valvojan hyväksymällä tavalla (vrt. myös kohta 8.31).

8:4 K a n n e r v i e m ä r ö i n t i

8:41 Yleistä

Viemäröintilaitteet sekä rakenteiden pinnan kallistukset ja mahdolliset vedenjohtourat esitetään suunnitelmassa. Työvirheet ja mittausten epätarkkuus eivät saa aiheuttaa esteitä veden poistumiselle sillan kannelta. Myös muottien huolelliseen purkamiseen on kiinnitettävä huomiota siten, ettei esim. tippunokkaa rikota tai jätetä rimaa tippu-uraan.

8:42 Syöksytorvet ja vesiurat

Syöksytorvi tehdään ruostumattomasta tai kuumasinkitystä teräksestä voimassaolevan tyyppipiirustuksen mukaisesti, ellei suunnitelmassa ole toisin määrätty. Syöksytorvet valetaan kiinni kantavaan betonirakenteeseen. Betoniputken ympärillä tiivistetään huolellisesti.

Piirustuksissa on yleensä esitetty vesiuran suurin sallittu syvyys. Uran pohja ei saa mennä päällysteen sidekerroksen yläpintaa alemmaksi. Jos sillan pituuskaltevuus on vähintään 1 %, saa vesiuran syvyys olla vakio. Jos kaltevuus on pienempi, on sen pohja tehtävä kaltevaksi siten, että saadaan veden virtaamisen kannalta mahdollisimman edullinen tulos. Uran pohjan tulee sil-

(8:42) loin nousta syöksytorvien välillä ajoradan kulutuskerroksen yläpinnan tasoon.

8:43 Tippuputket

Tippuputket tehdään kuumasinkitystä tai ruostumattomasta teräksestä voimassaolevan tyyppipiirustuksen mukaisesti ellei suunnitelmassa ole toisin määrätty.

Työn aikana on tarkastettava, että kannelle ei keräänny vettä sanottavasti, vaan se pääsee poistumaan tippuputkista. Tarpeen vaatiessa on putkia asennettava lisää tai ryhdyttävä muihin toimenpiteisiin viemäröinnin parantamiseksi. Erityistä huomiota on kiinnitettävä siihen, että vesi pääsee ^{myös} sillan päissä virtaamaan lähimpään tippuputkeen. Tarvittaessa on kantavan betonin pintaa sopivasti muotciltava. Reikien poraaminen valmiiseen rakenteeseen on yleensä käsiteltävä suunnitelman muutoksena.

8:5 Siirtymälaatta

8:51 Yleistä

Siirtymälaatta on valettava niin myöhäisessä vaiheessa kuin mahdollista, jotta pengerrin sen alla on ehtinyt laskeutua.

8:52 Paikalleen valetut laatat

Tiivistetyn maan päälle levitetään muovikalvo. Teräksiä suojaavan betonikerroksen vahvuuden laatan alapinnassa tulee olla vähintään 30 mm ja yläpinnassa vähintään 50 mm. Siirtymälaatat valetaan kohdan 7:5 mukaisesta betonista. Työssä noudatetaan lisäksi kohdassa 4: annettuja ohjeita.

Siirtymälaattaa ei saa valaa kiinni siipimuureihin. Raon tulee olla vähintään 50 mm.

8:53 Elementtिलातат

Suojaavan betonikerroksen paksuuden sekä laatan alasta yläpinnassa tulee täyttää kohdassa 8:52 esitetyt minimivaatimukset.

Laattojen valmistuksessa on noudatettava kohdassa 4:9 annettuja ohjeita. Kiinnitystappien paikat on tarkistettava ennen elementtien valmistusta rakenteesta mittaamalla. Alusta on tasattava ja tiivistettävä siten, että laatta tukeutuu tasaisesti joka kohdastaan.

8:6 Reunapalkit

Ellei suunnitelmassa toisin mainita valetaan reunapalkit samanaikaisesti kannen kanssa. Betonimassan tulee täyttää sille suunnitelmassa asetetut vaatimukset. Korroosiovaaran vuoksi tulee reunapalkkien ja kaidepylväiden betonin olla pinnaltaan mahdollisimman hyvää. Mahdollinen työsauma on tehtävä kohdan 4:46 ohjeiden mukaisesti. Valu on pidettävä kosteana 1-2 viikkoa. Sama koskee vesieristyksen päälle tulevia reunapalkkeja, jotka eivät pääse vapaasti kutistumaan.

Rapautumisvaurioiden vähentämiseksi on reunapalkkien ylä- ja sivupinta siveltyävä hyväksyttävällä impregnoimisaineella TVH:n tai valmistajan ohjeita noudattaen.

8:7 Muut laitteet

Tässä kohdassa tarkoitettuja laitteita ovat mm. valaisinympylväiden kiinnikkeet, putket, kaapelit, kanavat, pörsstilat ja -koukut ja vaaitustapit. Viimeksi mainittuja tehtäessä on noudatettava annettuja ohjeita. Ulkonäkösyistä on pörsputket parasta sulkea betonivalun yh-

teydessä. Merkkipulttien, kaapelien kannattajien - ja putkien sekä muiden teräsosien on oltava mahdollisuuksien mukaan sirkittyjä. Joka tapauksessa ne on maalattava siten kuin kohdassa 5:5 on esitetty.

Laitteet on kiinnitettävä joko betonoitaessa tai jätettävä niitä varten aukot tai varaukset. Jälkeenpäin tehtävät kiinnivalut on suoritettava kohdassa 4:48 annettuja ohjeita noudattaen. Aukkojen ja varausten lisääminen siitä, mitä suunnitelmassa on esitetty, on käsiteltävä suunnitelman muutoksena.

Aukkojen ja varausten tielle sattuvia teräksiä ei saa siirtää sivuun tai katkaista ilman valvojan lupaa.

Katkaistut teräkset on yleensä korvattava aukon vierer sijoitetuilla lisäteräksillä.

Varaukset on suojattava siten, ettei vesi pääse niissä jäätymään.